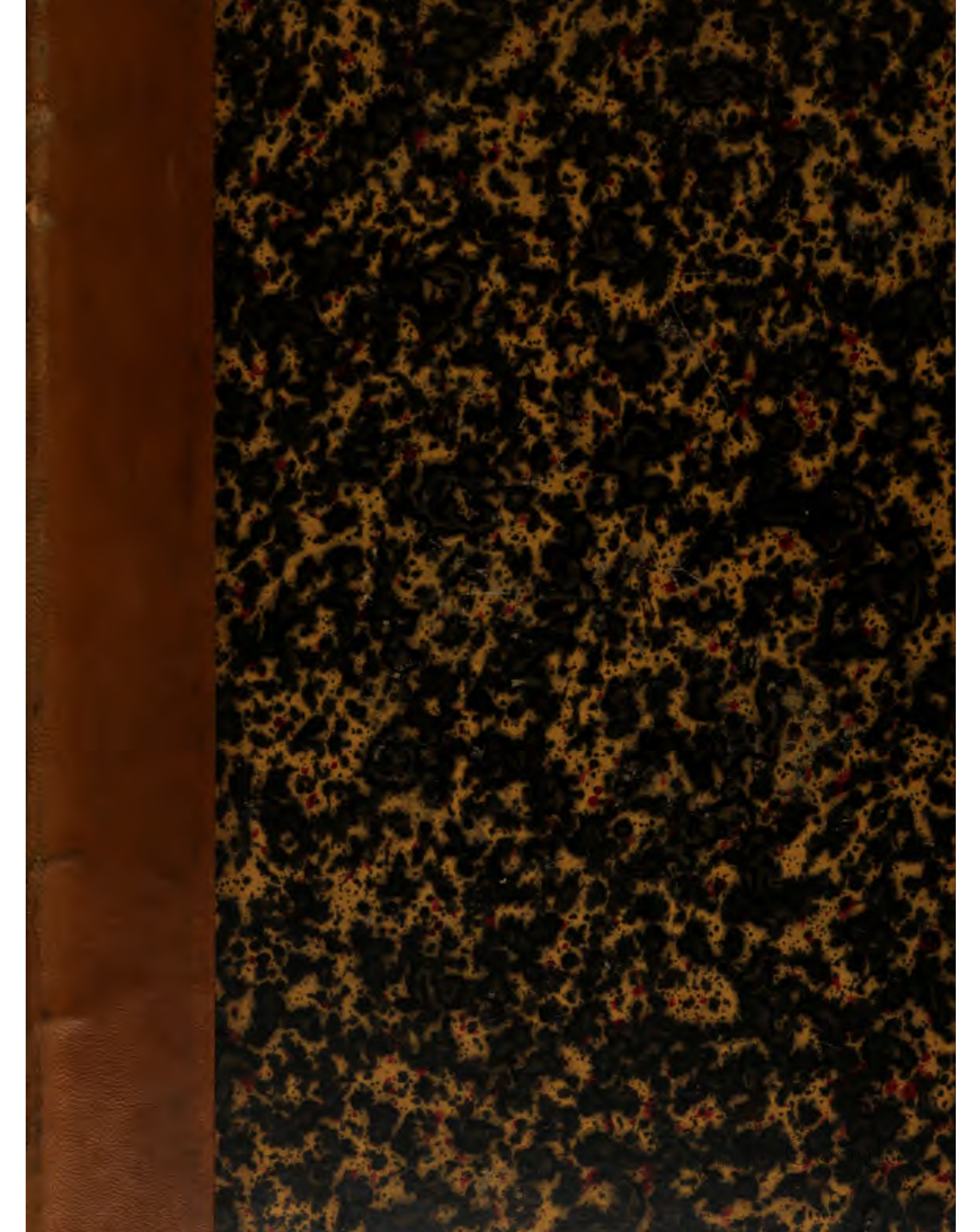
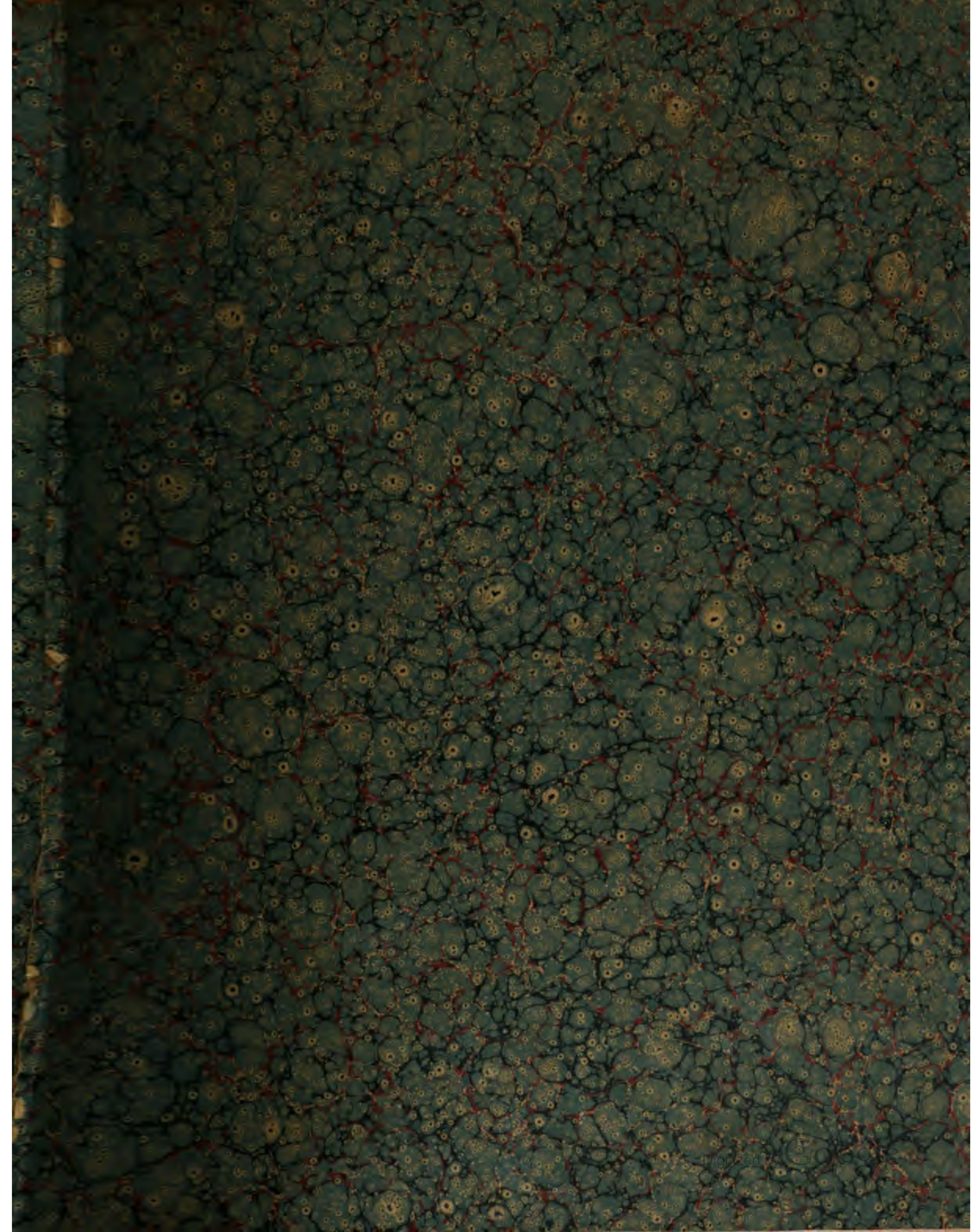




DF
6200
HARVARD UNIVERSITY
VE RI TAS
BERNHARD KUMMEL LIBRARY
OF THE
GEOLOGICAL SCIENCES
Harvard College Library
August 27, 1925.
D COLLEGE LIBRARY
M THE INCOME OF THE FUND
BEQUEATHED BY
AUL FRANCIS DEGRAND
(1787-1855)
OF BOSTON
AND PERIODICALS ON THE EXACT SCIENCES
TRY, ASTRONOMY AND OTHER SCIENCES
THE ARTS AND TO NAVIGATION
TRANSFERRED
THE LIBRARY OF
RED TO GEOLOGICAL
ENCES LIBRARY



EXPLICATION

DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE

DE LA FRANCE.

EXPLICATION

DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE

RÉDIGÉE

SOUS LA DIRECTION DE M. BROCHANT DE VILLIERS

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES

PAR MM. DUFRÉNOY ET ÉLIE DE BEAUMONT

INGÉNIEURS EN CHEF DES MINES

ET PUBLIÉE EN 1841

PAR ORDRE DE M. TESTE, MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS

TOME PREMIER



PARIS

IMPRIMERIE ROYALE

M DCCC XLI

NOTICE

SUR

LA CARTE GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE,

LUE A L'ACADÉMIE DES SCIENCES LE 30 NOVEMBRE 1835[1],

PAR M. BROCHANT DE VILLIERS,

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES, MEMBRE DE L'ACADÉMIE ROYALE DES SCIENCES, ETC.

On sait depuis longtemps que l'administration des mines s'occupe de faire exécuter une carte géologique générale de la France. Elle a fait connaître, en 1827, le plan de cette entreprise par une notice insérée dans les Annales des mines. Ce travail n'était alors en cours d'exécution que depuis deux ans. A partir de 1825, il a été continué sans interruption, et aujourd'hui les explorations géologiques sont entièrement terminées. La gravure exigera peut-être encore plusieurs années avant que la carte géologique soit livrée au public; mais, ses principaux résultats ayant déjà reçu une certaine publicité dans plusieurs cours, où la carte a été mise sous les yeux des élèves, j'ai pensé que le moment était venu de faire connaître la manière dont cette opération a été conçue et exécutée. En conséquence, en ma qualité de directeur de l'entreprise, j'ai prié M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines de vouloir bien me permettre d'en entretenir l'Académie, et c'est d'après son autorisation que j'ai

[1] Voyez les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, où cette notice se trouve insérée par extrait, tom. Ier, pag. 433. (Séance du 30 novembre 1835.)

rédigé la notice dont je vais avoir l'honneur de lui donner lecture.

Depuis le commencement du siècle, et surtout depuis vingt ans, la géologie a fait d'immenses progrès. Non-seulement on a appris à mieux observer et à mieux juger les faits, mais, en outre, des voyages multipliés, dans des contrées qu'on n'avait pas encore explorées, ont donné lieu à des rapprochements, à des comparaisons qui ont fourni une grande masse de lumières; enfin, l'étude des corps organisés fossiles, jusque-là très-négligée, a été cultivée avec ardeur, et déjà avec de grands succès, par beaucoup de naturalistes, qui ont fourni aux géologues des moyens exacts de distinction ou d'assimilation entre les couches qui composent la croûte de notre globe.

On a été bientôt entraîné à chercher à lier entre elles les observations faites dans plusieurs pays voisins les uns des autres, afin de s'élever à des considérations plus générales sur la constitution de la terre. Ainsi on a vu publier des cartes géologiques, plus ou moins parfaites, de plusieurs contrées fort étendues, et même celles de quelques États considérables.

Au reste, il serait injuste de dire que l'utilité des cartes géologiques n'a été appréciée que dans le XIXe siècle : déjà, dans le siècle dernier, elle avait été reconnue par plusieurs savants. Pour ne parler que de ce qui a été fait en France, nous devons rappeler que, vers la fin du règne de Louis XV, Guettard, et ensuite Monnet, reçurent du Gouvernement une mission pour explorer toute la France minéralogiquement, et publier des descriptions et des cartes des différentes provinces. L'illustre Lavoisier, qu'on voyait toujours coopérer à tous les perfectionnements des diverses parties des sciences, s'associa, dans l'origine, à cette entreprise. Elle fut conduite avec zèle et activité; mais les circonstances forcèrent bientôt à l'interrompre. Les résultats qu'elle a donnés sont limités à un petit nombre de provinces du N. et de l'E. Presque toujours ils sont d'une exactitude scrupuleuse; mais, comme la géologie était alors à peu près

dans l'enfance, on conçoit facilement qu'ils sont très-vagues et incomplets.

Vers la fin de 1794, lorsque le Gouvernement chercha à donner une nouvelle impulsion à l'étude des sciences en créant l'École polytechnique, en réorganisant l'École des mines et autres, la géologie ne fut pas oubliée. Le corps des mines fut chargé de recueillir tous les documents relatifs à la constitution géologique de la France. Des Mémoires géologiques, envoyés par des ingénieurs, ont été publiés dans le Journal des mines, ainsi que des notices minéralogiques sur plusieurs départements. Ces notices étaient dues aux laborieuses recherches de feu M. Coquebert de Montbret, notre confrère, dont la vie entière a été consacrée à l'étude de la géographie, et particulièrement de la géographie physique.

Chargé, plus tard, de la statistique générale de la France, M. Coquebert de Montbret a continué ses recherches minéralogiques, et, en 1822, il a coopéré, avec M. d'Omalius d'Halloy, à publier un *Essai d'une carte géognostique de la France*, dont le mérite a été universellement et justement apprécié. Les grandes masses de terrain y sont tracées : seulement elles ne le sont qu'à grands traits, et sans indiquer les subdivisions qu'il convient maintenant d'y reconnaître.

Indépendamment de ces travaux, qui embrassaient ou devaient embrasser la géologie de toute la France, on a publié, chaque année, depuis l'époque de Guettard et Monnet jusqu'à celle où a paru l'essai dont nous venons de parler, un grand nombre de Mémoires et d'ouvrages contenant la description géologique, plus ou moins détaillée, de certaines parties du territoire français. On les trouve principalement dans le Journal de physique, le Journal des mines et les Annales des mines. D'autres ouvrages ont été publiés isolément. Je me contenterai de citer la Description géologique des environs de Paris par MM. Brongniart et Cuvier, travail classique sur les terrains tertiaires, dont je m'abstiendrai de faire l'éloge, étant dû à deux de nos confrères, et la Description des Pyrénées par M. de Charpentier, ouvrage auquel l'Académie a accordé, en 1822, le prix de statistique.

On possédait donc déjà une grande masse de documents sur la géologie de la France; mais il était impossible d'en tirer une description géologique générale du royaume, et de tracer une carte géologique avec la précision que l'on exige aujourd'hui. On conçoit que ces publications, ayant eu lieu à des époques plus ou moins reculées, se ressentent nécessairement de l'état où se trouvait alors la science. Des terrains qu'on rapportait alors à un certain étage géologique sont aujourd'hui reconnus comme appartenant à un autre, souvent très-différent; dans d'autres cas, des terrains très-étendus et d'une grande puissance étaient décrits en masse, sans aucune distinction des différentes formations qu'on y a reconnues depuis. Ainsi des calcaires, antérieurement reconnus comme calcaires primitifs, et que j'avais moi-même regardés, en 1807, comme des calcaires de transition, opinion qui avait été alors adoptée, sont aujourd'hui rapportés, avec toute certitude, au calcaire jurassique, quelques-uns même au terrain de craie : le calcaire jurassique n'a été partagé en plusieurs étages que depuis environ quinze ou vingt ans. Il était donc nécessaire de vérifier les observations déjà faites dans divers cantons, et de visiter ceux qui n'avaient pas encore été décrits, pour parvenir à tracer une carte géologique de la France.

Dans le corps des mines, on avait constamment en vue l'utilité de cette entreprise; mais il fallait que le Gouvernement pût fournir les moyens d'exécution. Ayant été chargé, dès l'année 1802, de professer la géologie à l'École des mines, j'ai fixé constamment mes idées sur cet objet, et je me suis fait un devoir et un honneur de chercher les meilleurs moyens de réaliser enfin ce grand travail. En 1811, je présentai au directeur général des mines un projet d'exécution de la carte géologique; mais le Gouvernement était alors trop préoccupé par de grandes vues politiques, et ce projet ne put avoir alors aucune suite, ni dans les années suivantes. En 1822, l'occasion parut plus favorable: M. Greenough venait de publier sa belle carte géologique de l'Angleterre, et il en avait offert un exemplaire à l'administration des mines. M. Becquey, alors direc-

teur général des ponts et chaussées et des mines, l'envoya à la bibliothèque de l'École des mines. Le conseil de l'École, en recevant cette carte géologique justement estimée, émit de nouveau le vœu qu'un travail semblable fût enfin exécuté pour la France, conformément au décret d'organisation du corps des mines du 18 messidor an III (6 juillet 1794), et à l'ordonnance du 16 décembre 1816 sur l'École des mines, laquelle ordonnance chargeait spécialement le conseil de l'École de recueillir tous les matériaux nécessaires pour la description géologique de la France. M. Becquey ayant accueilli ce vœu, le conseil me chargea de faire, à ce sujet, un rapport, qui a été adopté et adressé à M. le directeur général. La marche qui a été suivie a été à peu près conforme à ce projet, dont je vais faire connaître les dispositions principales. Mais, pour mieux les faire apprécier, je dois d'abord mettre en avant quelques courtes considérations sur les cartes géologiques en général.

Le but qu'on se propose en traçant ces cartes est de faire connaître la nature du sol dans une contrée; mais, de même que pour les cartes géographiques ordinaires, les cartes géologiques doivent varier dans leur confection, suivant le genre d'utilité auquel elles sont destinées. Des propriétaires, des constructeurs, des exploitants de mines ou de carrières, ont besoin de connaître la nature et la disposition de toutes les couches qui se rencontrent dans un canton, tant les couches solides que les dépôts d'alluvion anciens ou modernes. Les savants, au contraire, tiennent bien plus à suivre les diverses formations dans leurs prolongements sur une grande étendue, afin d'en pouvoir saisir les rapports, et de constater les caractères essentiels de chacune d'elles, abstraction faite de toutes les variations locales accidentelles. Il faut à ces derniers une carte générale, et aux autres des cartes de détail, celles-ci devant être nécessairement sur une échelle beaucoup plus grande que la première. Mais on conçoit que la carte générale doit être la première base des autres : on peut la comparer à une grande triangulation, à laquelle doivent se rattacher ensuite, dans chaque canton, tous les plans cadastraux; et, de même

que, pour des cartes géographiques ordinaires, on confie la triangulation à des ingénieurs ou à des géomètres très-exercés aux grands travaux géodésiques, opérant avec les instruments de précision les plus rigoureux; de même, pour une carte géologique générale d'un pays très-étendu comme la France, il paraît plus convenable de la faire exécuter par un petit nombre de géologues de profession, ayant déjà beaucoup observé, se tenant au courant de tous les progrès de la science, et, par conséquent, capables de bien caractériser les terrains qu'ils rencontrent dans leurs explorations. On sait, d'ailleurs, que cette détermination de la véritable nature géologique exige le plus souvent un champ d'observations très-étendu, et qu'elle est souvent impossible par des recherches circonscrites dans une seule contrée. On se souvient que la grande et longue discussion géologique sur la véritable origine des basaltes de l'Allemagne n'a été terminée, il y a trente ans, que lorsqu'on est venu chercher la solution de la question en Auvergne et en Vivarais.

Ce sont les principes qui viennent d'être exposés qui ont été la base principale du plan d'exécution des cartes géologiques de la France. Ainsi on a admis qu'il fallait deux sortes de cartes : d'abord une *carte géologique générale,* d'une échelle moyenne, assez grande pour pouvoir y distinguer, avec une netteté suffisante, les différentes espèces de terrains et même leurs grandes subdivisions, et néanmoins assez petite pour que ses différentes feuilles pussent être assemblées en une seule d'une dimension convenable; et, ensuite, des *cartes de détail,* ou plutôt des *cartes géologiques topographiques de département,* sur une échelle beaucoup plus grande que la première.

C'est de la *carte géologique générale* que l'administration des mines a ordonné d'abord l'exécution, remettant à s'occuper, après son achèvement, des cartes de détail, c'est-à-dire des cartes géologiques de département.

Elle a confié ce travail à trois personnes, savoir : un chef, pour le diriger, et deux ingénieurs, pour faire les voyages d'exploration nécessaires. Les deux ingénieurs devaient voyager séparément, cha-

cun d'eux étant chargé de visiter une certaine partie de la France. Mais, en même temps, afin de mettre l'ensemble nécessaire dans ce travail, ils devaient revenir chaque hiver à Paris, pour se communiquer leurs observations, et en conférer avec le chef chargé de les diriger.

Dès l'origine du projet, en 1822, M. Becquey m'a fait l'honneur de me confier cette direction, et, sur ma proposition, il a décidé que MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, ingénieurs des mines, seraient chargés d'exécuter les voyages.

J'ai reconnu bientôt que, pour mieux assurer le succès de notre travail, il était désirable de nous y préparer par un voyage en Angleterre. On se rappelle que c'est dans cette contrée, où l'observation du sol est favorisée par de nombreuses falaises, qu'on a perfectionné depuis vingt ans l'étude des terrains secondaires, jusque-là très-peu avancée. Ces terrains, quoique très-abondants en France, étant rarement mis à nu par les côtes, il convenait de visiter les points classiques sur lesquels on avait fondé les idées nouvelles. Ce voyage, d'ailleurs, avait l'avantage de nous habituer à observer ensemble, et de nous mettre à même de recueillir les mêmes termes de comparaison.

Ces vues ayant été adoptées par M. le directeur général, le voyage en Angleterre eut lieu en 1823 : il dura six mois. Grâce à l'extrême bienveillance avec laquelle nous avons été accueillis par les géologues anglais, qui se sont empressés de nous aider de leurs lumières, et de nous donner toutes les indications et facilités nécessaires, nous croyons avoir rempli, autant que cela était possible en si peu de temps, le but principal de cette mission, qui était d'étudier la géologie de l'Angleterre.

Nous étions aussi chargés de visiter, dans cette contrée, les mines et les usines métallurgiques. MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, qui se sont livrés plus particulièrement à ce genre d'observations, en ont publié successivement les résultats dans plusieurs Mémoires, recueillis depuis (en 1827), en un volume, sous le titre de *Voyage*

métallurgique en Angleterre, lequel contient aussi quelques notices géologiques sur le gisement des minerais.

L'année 1824 fut consacrée tout entière, tant à la rédaction de ces Mémoires, qu'au classement des nombreuses suites géologiques recueillies dans le voyage.

Enfin, en 1825, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont reçurent l'ordre de commencer leurs explorations. Je partageai entre eux le territoire de la France, non point d'après les divisions administratives, mais uniquement d'après des considérations géologiques. Une ligne tirée d'Honfleur sur Alençon, de là tournant au S. E. vers Avallon et Châlons-sur-Saône, puis suivant le cours de la Saône et du Rhône jusqu'à la Méditerranée, a été adoptée pour séparer les deux divisions.

M. Élie de Beaumont a été chargé de visiter toute la partie du territoire français à l'E. de cette ligne; la partie occidentale a été confiée à M. Dufrénoy : mais, en même temps, chacun d'eux a été autorisé à étendre ses observations jusque dans l'autre division, afin d'y suivre, au moins jusqu'à une certaine distance, les prolongements des terrains qu'il avait à explorer. Bien plus, on leur a donné la mission de visiter les pays étrangers limitrophes de leur division, non-seulement dans un but analogue, mais aussi afin de pouvoir tracer sur la carte, avec une exactitude suffisante, la nature géologique des portions de ces pays étrangers qui sont comprises dans son cadre.

Les années suivantes, d'autres voyages eûrent lieu : leur durée moyenne était de cinq à six mois. Les directions à suivre étaient combinées à l'avance, mais en laissant, comme on doit en concevoir la nécessité, une très-grande latitude aux voyageurs. Il y a des contrées où ils sont retournés plusieurs fois, pour vérifier et souvent modifier beaucoup l'idée qu'ils avaient prise d'abord de leur constitution minérale. Dans les campagnes de 1826, 1827 et 1828, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont été accompagnés, chacun, d'un autre ingénieur, MM. de Billy et Fénéon, pour les aider dans

leurs explorations. Dans chaque département où se trouvait placé un ingénieur des mines, ils ont pris soin de recueillir près de lui tous les renseignements géologiques que ses tournées d'inspection avaient pu lui procurer.

A la fin de 1829, c'est-à-dire après cinq campagnes, déjà toute la France avait été explorée par eux, sauf des lacunes isolées, mais encore assez nombreuses. Mais le rapprochement des observations qui avaient été recueillies a fait naître des doutes et des difficultés. Des résultats obtenus par l'un des voyageurs paraissaient ne concorder qu'imparfaitement avec ceux que l'autre avait réunis. On reconnut alors qu'il serait utile que, dans les années suivantes, tout en continuant séparément de compléter leurs observations, chacun dans sa division, ces deux ingénieurs se réunissent dans le cours de la campagne pour visiter ensemble certaines contrées sujettes à discussion. Les cinq campagnes qui suivirent celle de 1829 furent donc employées, en partie, à ces voyages en commun. Moi-même je rejoignis les deux ingénieurs dans une partie de la tournée de 1830, principalement pour m'assurer, par mes yeux, des preuves de la manière nouvelle dont M. Élie de Beaumont envisageait les roches alpines, que j'avais jadis considérées tout autrement.

La mesure prise, dans les cinq dernières années, de réunir les deux voyageurs dans les mêmes excursions, a produit, comme on l'avait espéré, un très-grand avantage. Ayant à observer ensemble les mêmes terrains, ils ont pu comparer ceux qu'ils avaient observés séparément, se communiquer leurs doutes, et s'éclairer mutuellement par des discussions, qui sont toujours si profitables quand elles ont lieu à la vue des faits. Ces fréquents rapprochements, ces discussions, ont produit entre eux un accord parfait et une conformité entière de manière de voir, au moins en général. Il en est résulté ce grand avantage (que, dans l'origine, on avait désiré plutôt qu'espéré) que la carte géologique, quoique exécutée par deux ingénieurs observant séparément, chacun, dans une moitié de la France, ne sera pas la réunion de deux travaux distincts, mais un ouvrage d'ensemble, dont

toutes les parties seront en rapport entre elles. Toutefois le tracé des différents terrains, dans chacune des deux divisions, est un travail qui demeure exclusivement propre à l'ingénieur qui en était chargé.

Ce qui précède suffit pour indiquer, d'une manière générale, la marche qui a été suivie dans l'exploration géologique du sol de la France. MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont déjà fait connaître une partie des résultats de leurs observations par un certain nombre de Mémoires, qu'ils ont publiés, presque chaque année, dans les Annales des mines, et qui, réunis, forment déjà trois volumes[1]. Je n'ai point à m'expliquer ici sur le mérite de ces travaux, que les savants ont déjà pu apprécier; mais ces Mémoires ne sont, pour ainsi dire, que des fragments que ces ingénieurs ont extraits de leurs journaux de voyage : ils ont plutôt pour objet de développer des opinions scientifiques d'après des exemples tirés de la France, que de donner des descriptions géologiques de certaines parties du royaume.

La description géologique de la France, qui accompagnera, en l'expliquant, la carte géologique, sera un ouvrage tout différent, nécessaire pour développer toutes les indications géologiques qui seront tracées sur la carte. Tous les matériaux de cet ouvrage sont réunis, et on s'est déjà occupé de sa rédaction.

A ces notions sur la manière dont la carte géologique a été exécutée, j'ajouterai quelques détails sur la partie matérielle de ce travail, c'est-à-dire la gravure.

Dès l'année 1830, afin de prendre de l'avance, je me suis occupé de cet objet. Jusque-là les cartes de département, par Chanlaire, avaient servi à MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, pour tracer, au retour de chaque voyage, le résultat de leurs observations. Ces cartes convenaient beaucoup pour ces premiers tracés; mais leur échelle, égale au tiers de celle de Cassini, n'aurait jamais pu permettre de les assembler en une seule feuille, comme cela était à désirer pour une carte générale. Parmi les cartes de France existantes, la carte

[1] Le quatrième volume a paru en 1838.

hydrographique, publiée par l'administration des ponts et chaussées, dont l'échelle est de $\frac{1}{500.000}$, paraissait la plus convenable; mais, cette carte étant chargée d'une foule de noms de lieux et d'indications qui intéressent la navigation, et qui auraient été superflus et même nuisibles pour la carte géologique, j'ai reconnu la nécessité de faire graver une carte spéciale, ce qui a été approuvé par M. le directeur général. Nous avons adopté le tracé de la carte hydrographique, qui a été faite d'après les meilleurs documents, et qui surtout représente très-bien tous les détails des cours d'eau, dont l'observation est souvent très-importante en géologie. Toutefois nous avons fait quelques améliorations en ce qui concerne les contrées étrangères comprises dans son cadre. La carte est divisée en six feuilles, qui, réunies, forment un carré d'environ 2 mètres de côté.

Le trait de cette carte ayant été reporté sur de nouveaux cuivres, MM. Élie de Beaumont et Dufrénoy y ont ajouté le tracé des limites des différents terrains, telles qu'elles résultaient de leurs observations.

Nous comptions ensuite nous occuper immédiatement de la gravure du relief; mais, pour cet objet, aucune carte ne pouvait nous servir de modèle. Nous avons fait dessiner au lavis, sur une épreuve du trait de la carte géologique, par M. Desmadryl, l'un des dessinateurs les plus distingués du dépôt de la guerre, un relief nouveau, combiné, tant d'après les mesures rigoureuses de hauteur qui sont données dans la Description géométrique de la France, publiée par notre confrère M. Puissant, que d'après les remarques topographiques que MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont faites dans leurs voyages, en s'aidant fréquemment du baromètre qu'ils portaient presque toujours avec eux.

Ce dessin du relief nous a occasionné beaucoup de retards, qui se sont encore accrus par la nécessité de compléter, avant de commencer le travail de la gravure de ce relief, le tracé de toutes les indications que nous devions mettre sur la carte, afin de remplir les vues de l'administration.

Ces indications étaient nombreuses. D'abord il fallait fixer par certains signes la position des lieux d'exploitation des principales mines, minières et carrières, et tracer les périmètres des concessions; en outre, on a jugé utile que la carte présentât également un tableau complet de toutes les usines métallurgiques. Ce travail de détail, en apparence si simple, a exigé beaucoup de vérifications, et a employé bien plus de temps qu'on ne l'avait cru dans le principe.

Malgré ces longs retards, qu'on n'avait pu prévoir ni éviter, et qui n'ont pas été sans avantage pour la perfection du travail, puisqu'ils ont donné le temps de revoir quelques déterminations géologiques, on espère que la gravure du relief pourra être terminée à la fin de 1836[1].

L'exemplaire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie est une épreuve tirée avant le commencement de la gravure du relief: toutes les indications d'exploitation et d'industrie minérale y sont tracées, mais la gravure de la lettre y est fort incomplète. Cet exemplaire n'est donc encore qu'une ébauche en ce qui concerne la gravure; mais le tracé des lignes en points qui séparent les limites des terrains, et qui servent de guide pour y appliquer les couleurs qui doivent les distinguer, y est complet, et il est entièrement colorié.

Il serait trop long d'exposer ici les divisions et sous-divisions de terrains que nous avons adoptées, et de développer les motifs qui nous ont déterminés. Ces motifs seront exposés dans l'ouvrage descriptif qui accompagnera la carte géologique lors de sa publication. La carte présente un tableau de ces terrains, que nous soumettons au jugement des géologues.

Ce même tableau fait connaître le système de coloriation que nous avons adopté. Cette partie du travail de la carte géologique nous a beaucoup occupés. On a souvent proposé de s'entendre pour employer, dans toutes les cartes géologiques, les mêmes couleurs à caractériser les mêmes terrains. Quoique cette idée d'uniformité séduise au premier abord, parce qu'elle fournirait le moyen de com-

[1] Elle n'a pu l'être qu'en 1840.

prendre les indications géologiques à la première vue d'une carte, sans recourir à la légende; nous avons pensé, après un mûr examen, qu'elle ne pouvait être adoptée que pour des cartes géologiques d'un genre plus ou moins analogue, et non d'une manière générale pour toutes les cartes géologiques; que le système de coloriation devait varier suivant l'étendue de la carte et les distinctions géologiques que son échelle permet d'indiquer, et aussi suivant la nature des terrains qui s'y trouvent rapprochés les uns des autres. Dans l'exemplaire de la carte géologique qui est sous les yeux de l'Académie, la plupart des grands terrains qui se partagent en plusieurs divisions sont indiqués partout par une seule et même teinte, et chacune de ces divisions est distinguée des autres par la suraddition de signes conventionnels. Ainsi, par exemple, le calcaire jurassique porte partout une teinte bleue; mais le lias, qui en fait la base, et ensuite les trois étages de l'oolithe, sont distingués par des rayures et des surcharges de divers genres sur cette même teinte. Ce mode a l'avantage de faire sentir, au premier coup d'œil, le rapport qui existe entre diverses parties du même terrain; il permet aussi d'appliquer uniquement la teinte générale du calcaire jurassique sur les contrées où ce calcaire a été observé sans qu'on ait pu en déterminer l'étage. Des lettres distribuées çà et là, sur chaque bande de terrain, rendent plus facile à reconnaître la teinte qui la couvre, malgré les altérations que l'air et la lumière pourraient lui avoir fait subir, et préviennent la possibilité de toute erreur sur la signification géologique de cette teinte.

Les explorations nombreuses que MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont faites depuis plus de dix ans, constamment à pied, et qui comprennent plus de 20,000 lieues de développement; les reconnaissances qu'ils ont eu le soin d'exécuter de points élevés, toutes les fois que le relief du sol leur en a fourni l'occasion, leur font espérer que leur travail, généralement exact, exprime très-approximativement la constitution géologique de la France.

En voyant la *Carte géologique générale de la France* entièrement

couverte de couleurs, on pourrait croire que tous les plus petits cantons ont été explorés, et que la constitution du sol de chaque lieue carrée, ou même de chaque kilomètre carré, a été rigoureusement déterminée. Les auteurs sont loin d'avoir cette prétention; on doit même concevoir qu'il leur aurait été impossible d'exécuter, en dix ou onze années, une reconnaissance aussi minutieuse. Je dirai plus, c'est que ce travail de détail les aurait détournés de la partie la plus essentielle de la tâche qui leur était imposée, savoir : la détermination exacte des différents terrains, chacun d'eux étant considéré en masse, et celle des limites qui les séparent les uns des autres; et même, relativement à ces limites, ils se sont contentés de les reconnaître et de les constater sur plusieurs points plus ou moins éloignés, qu'ils ont joints ensuite par des lignes, sans s'assujettir à vérifier ces limites dans tous les espaces intermédiaires. C'est ainsi qu'ils devaient opérer. La véritable direction à donner à ces limites, ou plutôt les sinuosités plus ou moins grandes qu'elles forment réellement, ne pourront être tracées que sur les cartes géologiques de détail, qui exigeront pour cela des excursions bien plus multipliées; mais les auteurs osent espérer que les points de ces limites qu'ils ont constatés demeureront invariables.

Sans doute, aussi, les progrès de la géologie pourront amener des perfectionnements dans la manière de considérer et de subdiviser les terrains, d'où résultera la nécessité de faire des changements à la carte géologique. Mais c'est le sort inévitable de tous les travaux de ce genre; et l'on ne peut exiger de ceux qui s'en occupent que de représenter fidèlement les différents terrains qui se montrent à la surface du sol qu'ils entreprennent de faire connaître, en les considérant de la manière la plus conforme aux connaissances géologiques de l'époque où ils exécutent leur travail. Toutefois l'identité des terrains sur toute la longueur d'une bande a été reconnue d'une manière si certaine, que les modifications qui pourraient devenir nécessaires consisteraient peut-être simplement dans le changement de nom de certains groupes. La collection importante que MM. Dufrénoy et Élie

de Beaumont ont recueillie à l'appui de la carte géologique, collection qui se compose de plus de 30,000 échantillons, et qui représente des coupes prises, de distance en distance, sur chaque bande de terrain, sera un guide sûr, que l'on pourra consulter dans tous les temps.

M. Legrand, qui a fait continuer avec une grande persévérance le travail de la carte géologique, a désiré le compléter par l'exécution des cartes géologiques départementales. Dès qu'il a reconnu que la carte générale était assez avancée pour servir de point de départ aux personnes qui seraient chargées de leur confection, il en a pressé l'exécution. Déjà même, dans quelques parties du royaume, des ingénieurs des mines et d'autres géologues ont publié, pour plusieurs départements, des descriptions et des cartes géologiques qui, toutes, ont reçu du public un accueil favorable.

Ces cartes intéressant plus particulièrement les localités, M. le directeur général a adressé aux préfets, le 30 août 1835, une circulaire, en les invitant à provoquer la coopération des conseils généraux à ces utiles travaux, offrant de les faire exécuter par les ingénieurs des mines, auxquels il communiquerait des extraits de la carte géologique générale et toutes les instructions et renseignements nécessaires. Cet appel a été entendu par un assez grand nombre de conseils généraux dans leur dernière session, et l'Académie sera, sans doute, satisfaite d'apprendre que, pendant la campagne de 1836, il y aura près de la moitié des départements de la France où l'on s'occupera des explorations de détail nécessaires pour parvenir à en faire la carte géologique topographique.

NOTE SUPPLÉMENTAIRE,

PAR MM. DUFRÉNOY ET ÉLIE DE BEAUMONT.

Plus de cinq ans se sont écoulés depuis que les pages précédentes ont été lues à l'Académie des sciences. Depuis lors, le travail de la gravure n'a souffert aucune interruption; mais son achèvement a exigé beaucoup plus de temps qu'on ne l'avait présumé. Ne voulant nous servir que de graveurs habiles, et désirant éviter les défauts d'harmonie dans la représentation du relief et dans l'exécution de la lettre, qui auraient résulté de l'emploi d'un grand nombre d'artistes, nous n'avons pu obtenir plus de célérité [1].

Ces longs retards ont été cause que notre excellent maître, M. Brochant de Villiers, enlevé aux sciences et à l'amitié par une mort prématurée, n'a pu voir se terminer un travail dont il avait présenté le plan il y a trente ans. Presque complétement achevé sous ses yeux, ce travail est resté, en tous points, conforme à ses principes, et nous croyons qu'il réalisera à peu près sa pensée. Puissions-nous espérer aussi qu'il ajoutera à la reconnaissance que les travaux de M. Brochant ont si bien méritée!

Il est si naturel aux auteurs de désirer la publication d'un ouvrage qui les a occupés pendant longtemps, que nous ne croyons pas avoir à nous excuser des lenteurs que nous avons subies. Ces lenteurs, si

[1] La gravure une fois terminée, l'organisation des moyens nécessaires pour obtenir, avec des garanties d'exactitude suffisantes, des pièces d'enluminure aussi compliquées que le sont nos diverses feuilles, a encore été un préliminaire indispensable de la publication, et a exigé, de notre part, des soins prolongés.

indépendantes de notre volonté, nous permettent peut-être aujourd'hui de soumettre notre travail au public avec moins de défiance que nous ne l'eussions fait il y a quelques années, alors que son exactitude sur les points les plus essentiels n'avait pu être soumise à différents contrôles que nous avons nous-mêmes provoqués.

Aussitôt que nous eûmes à notre disposition des épreuves, même très-imparfaites, de toutes les feuilles de la carte, vers la fin de l'année 1831, nous nous hâtâmes de les faire enluminer et de les réunir. Depuis lors, un exemplaire de la carte géologique a été exposé presque constamment dans une salle de l'École des mines, ouverte à tous les géologues qui ont désiré la voir, et nous avons souvent reçu, d'un grand nombre d'entre eux, de très-utiles observations. Nous en avons reçu également dans nos cours publics, pour lesquels notre carte, tout incomplète qu'en était encore la gravure, nous a servi comme moyen de démonstration.

Nous avons, en outre, communiqué des fragments enluminés de la carte géologique à toutes les personnes qui nous ont fait l'honneur de nous en témoigner le désir, et, depuis une dizaine d'années, MM. les élèves de l'École des mines ont été constamment dans l'usage d'emporter, dans leurs voyages d'instruction, de semblables fragments, destinés à leur servir de guide dans l'exploration des contrées qu'ils devaient parcourir. Nous avons souvent obtenu, par ces moyens, des rectifications aussi précises que bien motivées.

Il est même résulté de cette marche que les auteurs de travaux géologiques qui datent aujourd'hui de plusieurs années ont bien voulu citer le nôtre. M. Gras, ingénieur au corps royal des mines, a publié, en avril 1835, une statistique minéralogique du département de la Drôme. Dans l'avertissement relatif à la carte géologique renfermée dans son intéressant travail, M. Gras annonce que la partie de la carte géologique de la France relative à la Drôme lui a été communiquée par l'un de nous[1]. Peu de temps après, M. d'Omalius d'Halloy, en publiant une seconde édition de sa carte géognos-

[1] Gras, *Statistique minéralogique du département de la Drôme*, pag. 295. Grenoble, 1835.

tique de la France et de quelques contrées voisines, nous fit l'honneur d'annoncer que « cette carte, dressée de 1810 à 1813, et publiée pour la première fois, dans les Annales des mines, en 1822, a « été rectifiée d'après les renseignements que MM. Dufrénoy et Élie « de Beaumont ont bien voulu communiquer en 1835[1]. »

L'administration des mines s'est elle-même associée à la publicité que nous donnions à notre travail, dans l'intérêt de son exactitude. Au commencement de l'année 1833, M. Legrand, dès lors chef de cette administration, adressa à M. le préfet des Vosges une copie de la partie de la carte géologique de la France relative à son département. Cette copie était demandée à l'occasion des recherches géologiques qui venaient d'être commencées dans les Vosges, et dont les résultats sont cités dans ce volume (chapitre V).

M. le comte Jaubert, s'étant convaincu, par ses recherches botaniques sur les départements du centre de la France, de l'influence exercée par la nature du sol sur la distribution des végétaux, a désiré connaître le résultat de notre travail relativement à la contrée qui l'entoure : la partie de la carte géologique qui comprend les départements de la Nièvre et du Cher lui a été communiquée.

Comprenant tout le parti qu'on peut tirer, pour les grands travaux d'utilité publique, d'une connaissance intime du sol, M. Legrand a cru devoir faire profiter de nos recherches des ingénieurs chargés de l'étude de projets importants, et il a adressé, à diverses époques, à plusieurs d'entre eux, notamment à M. Navier et à M. Vicat, des extraits de la carte géologique de la France.

L'industrie a aussi été mise en possession de ceux de nos résultats qui l'intéressaient le plus directement. Dans le résumé des travaux statistiques de l'administration des mines en 1836, qui fait suite au compte rendu des travaux des ingénieurs des mines pendant la même année, on a inséré une carte générale des gîtes de combustibles minéraux en France et dans les contrées adjacentes. Quoique ne figurant que trois groupes de terrains, cette carte renferme plu-

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Éléments de géologie*, pag. 724, 2e édition, 1835.

sieurs des linéaments les plus essentiels et les plus nouveaux de notre travail, et sa publication a eu pour nous l'avantage de fixer une date pour des parties même assez circonstanciées de notre tracé, telles que le tracé des limites entre les roches primitives et celles d'origine secondaire aux alentours du Mont-Blanc, et, en général, dans la partie des Alpes qui s'étend du Saint-Gothard à Grenoble et à Nice.

Enfin M. Legrand, toujours dirigé par les mêmes vues d'intérêt général, ayant apprécié l'utilité des cartes géologiques départementales, dont l'exécution se poursuit depuis lors, sans relâche, dans beaucoup de départements, adressa, en 1835, aux ingénieurs des mines et aux autres géologues qui en furent chargés, des copies de chaque partie correspondante de la carte géologique générale.

Ces diverses communications nous ont procuré des rectifications que nous avons adoptées avec reconnaissance, et que nous nous faisons un devoir d'indiquer, chacune en son lieu, dans l'explication de la carte géologique. Des échanges du même genre ont eu lieu entre nous et plusieurs géologues étrangers, relativement aux contrées voisines de la France que nous avons figurées. L'occasion de les citer se présentera naturellement lorsque nous décrirons les parties de la France qui appartiennent au même ensemble géologique; et nous mentionnerons également, alors, les ouvrages publiés dont nous avons naturellement profité.

La nature des rectifications que nous avons reçues, relativement à un grand nombre de points, par suite de ces diverses communications, nous a permis de prévoir à peu près dans quelles limites un travail de détail, exécuté sur toutes les contrées que nous avons embrassées, pourrait modifier les contours que nous avons assignés aux différents terrains. Cette série de contrôles partiels nous fait espérer que notre travail fera connaître assez approximativement la constitution géologique de la France.

Peut-être serions-nous arrivés à plus d'exactitude encore si nous avions constamment adopté toutes les rectifications qui nous ont été suggérées; mais nous avons cru devoir nous limiter à celles que

nous pouvions, pour ainsi dire, contrôler d'après les résultats de nos propres observations. Nous restons ainsi responsables de notre travail, et de toutes les erreurs qu'il peut encore renfermer.

Dans l'explication que nous joignons à la carte géologique, nous nous sommes naturellement fait un devoir de citer les observations inédites qui nous ont été communiquées. Nous avons également indiqué celles qui ont été publiées jusqu'à ce jour, même lorsqu'elles étaient postérieures aux nôtres. Nous avons apporté un soin souvent minutieux dans l'examen des matériaux que nous avons consultés; et, dans les cas rares où nous n'avons pas mêlé des observations qui nous sont propres à celles que nous avons admises, le choix que nous avons fait serait déjà l'expression de la connaissance que nous avons acquise, par nous-mêmes, des choses et des localités.

L'explication de la carte géologique se composera de deux volumes. Le premier, qui renferme l'Introduction et les sept premiers chapitres, est seul imprimé. La publication du second exigera encore, de notre part, plusieurs mois de travail, quoique nous ayons déjà rédigé la plus grande partie des matériaux qui doivent le composer.

En terminant cette note, nous croyons devoir remercier publiquement M. Becquey de la confiance qu'il nous a accordée en nous chargeant de l'exécution de la carte géologique de la France, et M. Legrand, pour la bienveillance dont il nous a toujours entourés depuis que ce travail est placé sous sa haute direction.

Paris, le 12 août 1841.

A. D. L. E. de B.

AVERTISSEMENT

RELATIF

A LA CARTE RÉDUITE INSÉRÉE DANS CE VOLUME.

La présente explication n'étant que le développement des idées exprimées graphiquement sur la carte géologique, il serait à désirer que le lecteur eût constamment cette dernière sous les yeux en lisant notre ouvrage. Mais, comme des planches aussi grandes que les feuilles de la carte géologique ne pourraient que difficilement être pliées dans un livre, et comme il serait incommode à beaucoup de personnes de ne consulter celui-ci que dans un endroit où la carte géologique pût être suspendue devant elles, on a pensé qu'il serait utile d'en avoir une réduction. Cette considération a engagé l'administration à faire exécuter le *Tableau d'assemblage des six feuilles de la carte géologique* qu'on trouve à la fin de ce volume. Il est à l'échelle de $\frac{1}{2,000,000}$, tandis que la carte est à l'échelle de $\frac{1}{500,000}$, de sorte qu'il occupe une surface seize fois plus petite. Dans la réduction, on a sacrifié le dessin du relief des montagnes, celui de la plupart des rivières, les divisions politiques, les localités d'une importance secondaire, etc.; mais on a conservé toutes les limites géologiques. On n'a omis que les masses minérales qui, par leur peu d'étendue, ont échappé, pour ainsi dire, au burin. De cette manière, le Tableau d'assemblage, malgré la petitesse de son échelle, offre encore une image fidèle et presque complète de la disposition des masses minérales dont le sol de la France se compose. Il en fait connaître les rapports généraux, et il suffit pour donner un premier aperçu de leur ensemble. Toutefois nous répétons que nous ne le présentons que pour la commodité du lecteur, et nous demandons qu'on ne s'en rapporte qu'à la carte principale, soit pour faire une étude détaillée de la constitution géologique de la France, soit pour juger notre travail.

EXPLICATION

DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE.

CHAPITRE PREMIER.

INTRODUCTION.

Objet de la Carte géologique et de l'explication qui l'accompagne. — Travaux divers publiés précédemment dans le même but. — Formes générales du sol de la France; relation entre ces formes et sa structure intérieure. — Précis de l'état actuel des connaissances géologiques. — Description sommaire des roches. — Mode de coloriation de la Carte géologique. — Division de cet ouvrage, fondée sur la structure du sol et les principes généraux de géologie.

La terre végétale et les mines sont les deux éléments principaux de la richesse territoriale. La connaissance de ces éléments est la base naturelle des études auxquelles on peut se livrer sur les sources de la prospérité nationale; mais cette connaissance ne pourrait être complète si elle se bornait exclusivement à l'examen de la terre végétale, et à l'étude de la position et de la nature des mines considérées comme des objets isolés. La terre végétale ne forme, en effet, qu'une couverture ordinairement très-mince superposée sur les masses minérales dont le sol se compose; et les mines occupent, au milieu de ces masses, des places souvent très-peu étendues, mais déterminées par certaines lois naturelles.

L'ensemble de ces masses minérales forme un édifice souterrain, dont les différentes parties sont disposées avec méthode, et dont il est nécessaire de connaître la structure avec détail pour être à même d'apprécier exactement ce qu'il peut renfermer dans son intérieur et même ce qu'il présente à sa surface.

Le plan général de cette France souterraine est l'objet de la *Carte géologique*.

Cette carte est destinée à représenter graphiquement, par des couleurs conventionnelles et par quelques autres signes, la distribution et la disposition relative des grandes masses minérales, et à les peindre aux yeux. L'explication dont nous l'accompagnons a pour but de faire mieux comprendre ce que la seule représentation graphique ne rendrait pas assez clair à la généralité des lecteurs. Une connaissance approfondie du sol cultivable et des mines est, sous le rapport industriel, le but final de tous les travaux de ce genre; mais elle n'est pas l'objet immédiat de la carte géologique générale, qui n'est, à cet égard, que l'entrée de la carrière[1].

Cependant les premiers pas que la carte géologique pourra faire faire vers ce but, en dévoilant la nature de la charpente minérale de notre sol, auront déjà en eux-mêmes différents genres d'utilité.

L'illustre auteur des Recherches sur les ossements fossiles, en faisant, devant l'Académie des sciences, l'éloge du fondateur de la géognosie, remarquait, avec cette justesse et cette lucidité qui caractérisent tous ses écrits, que « chaque minéral peut recevoir quelque emploi, et que de sa « plus ou moins grande abondance dans chaque lieu, du plus ou du moins « de facilité qu'on trouve à se le procurer, dépendent souvent la prospérité « de chaque peuple, ses progrès dans la civilisation, tous les détails de ses « habitudes... »

« La Lombardie, ajoutait M. Cuvier, n'élève que des maisons de « briques, à côté de la Ligurie qui se couvre de palais de marbre. Les « carrières de Travertin ont fait de Rome la plus belle ville du monde « ancien; celles de calcaire grossier et de gypse font de Paris l'une des « plus agréables du monde moderne. Mais Michel-Ange et le Bramante « n'auraient pu bâtir à Paris dans le même style qu'à Rome, parce qu'ils « n'y auraient pas trouvé la même pierre; et cette influence du sol local « s'étend à des choses bien autrement élevées.

« A l'abri des petites chaînes calcaires inégales, ramifiées, abondantes en

[1] L'indication de toutes les mines et de toutes les usines métallurgiques de France, qu'on a jugé utile de faire figurer sur la Carte géologique, malgré la petitesse de son échelle, a été l'objet d'un travail complétement indépendant du nôtre. Ce travail, dont MM. les ingénieurs des mines employés dans les départements ont fourni toutes les données, a été exécuté dans les bureaux de l'administration, sous la direction de M. de Cheppe, chef de la division des mines, maître des requêtes au conseil d'État, par M. Salomon, ancien élève de l'École polytechnique et chef de bureau dans la même division.

« sources, qui coupent l'Italie et la Grèce; dans ces charmants vallons, « riches de tous les produits de la nature vivante, germent la philosophie « et les arts : c'est là que l'espèce humaine a vu naître les génies dont elle « s'honore le plus, tandis que les vastes plaines sablonneuses de la Tartarie « et de l'Afrique retinrent toujours leurs habitants à l'état de pasteurs er- « rants et farouches; et, même dans les pays où les lois, le langage, sont les « mêmes, un voyageur exercé devine par les habitudes du peuple, par les « apparences de ses demeures, de ses vêtements, la constitution du sol de « chaque canton, comme, d'après cette constitution, le minéralogiste phi- « losophe devine les mœurs et le degré d'aisance et d'instruction. Nos dé- « partements granitiques produisent, sur tous les usages de la vie humaine, « d'autres effets que les calcaires : on ne se logera, on ne se nourrira, le « peuple, on peut le dire, ne pensera jamais en Limousin ou en Basse- « Bretagne, comme en Champagne ou en Normandie. Il n'est pas jus- « qu'aux résultats de la conscription qui n'aient été différents, et différents « d'une manière fixe, sur les différents sols. »

Ces aperçus lumineux suffisent pour faire comprendre comment un grand nombre de propriétaires, d'industriels et de savants, doivent avoir intérêt à savoir quelles sont les matières dont se compose le sol en chaque point, et de quelle nature sont les assises que rencontrerait, à différentes profondeurs, un puits creusé en tel ou tel point de la surface de la France.

L'utilité de ces connaissances avait déjà été comprise longtemps avant que Werner employât son ascendant à la faire ressortir et que M. Cuvier la mît, d'après lui, à la portée de tout le monde; car voici en quels termes s'exprimait déjà un inspecteur des mines, M. *Monnet*, dans l'avant-propos de la *Description minéralogique de la France*, ouvrage dont il a publié un fragment en 1780, et qui est resté incomplet : « A mesure que la minéra- « logie a fait des progrès, on a senti qu'elle ne devait pas se borner à la « connaissance des minéraux pris séparément, et dans la manière de les « enclasser; on a reconnu qu'elle devait avoir une autre destination et une « autre branche non moins importante : c'est de nous faire connaître les « minéraux dans les lieux mêmes où ils se trouvent, de nous montrer leur « étendue, leur position et leur manière d'être dans la terre, en un mot la « composition du globe que nous habitons. ...

« Alors elle s'est vue forcée d'emprunter le secours de la géographie; « mais cette dernière science était trop peu avancée lorsqu'on s'aperçut « qu'elle pouvait être utile à la minéralogie. Les minéralogistes eurent l'a-« vantage de faire connaître aux géographes qu'ils pouvaient étendre con-« sidérablement la sphère de leur science, et qu'elle devait présenter le « physique comme le politique de notre planète. Ces deux sciences, ainsi « réunies, devaient donner naissance à une troisième science, la *minéralogie « géographique.* »

En effet, la géographie, telle qu'elle est ordinairement présentée dans les ouvrages les plus estimés, considère la surface du globe d'une manière purement extérieure; elle s'occupe des formes de cette surface, des populations qui l'habitent, des constructions, des richesses de tout genre accumulées par elles, des industries et des arts qu'elles ont créés, qui fournissent à leurs besoins et anoblissent leur existence. Elle considère également la distribution de ces populations en nations, en empires, en provinces, mais quelquefois sans remarquer assez que leurs limites primitives ont presque toujours été en rapport avec les formes et la nature du sol.

La géographie physique, négligeant en grande partie ce qui est relatif aux hommes, à leurs industries, à leurs divisions, concentre son attention sur les formes de la surface, sur les faits hydrographiques, météorologiques, climatologiques, auxquels ces formes donnent naissance; sur les conséquences que ces faits entraînent relativement à la distribution naturelle des animaux et des végétaux : mais presque jamais elle ne cherche à pénétrer au-dessous de la terre végétale.

Cette limite, que la géographie a rarement franchie, n'est pas déterminée par la nature des choses; elle empêche même de saisir un grand nombre de rapports remarquables. Si les géographes se sont imposé cette limite, on doit l'attribuer en grande partie au défaut de données suffisantes, et peut-être, aussi, à la fausse idée que la composition de l'écorce terrestre présente de très-nombreux accidents, dont la multiplicité viendrait encore ajouter à la complication, déjà trop grande, du relief de la surface.

L'étude de la constitution de l'écorce du globe terrestre, réduite à la considération des masses principales et véritablement importantes, nous la présente, au contraire, comme composée de pièces d'une assez grande

étendue, dont chacune offre un certain degré d'homogénéité. Cette vérité est même acquise à la science depuis longtemps, et a été très-bien exprimée par Monnet dans les premières pages de l'ouvrage déjà cité.

« Le mot *pays*, dans le langage des naturalistes, dit-il dans une note, est « très-significatif, et présente à l'esprit une tout autre idée que celle qu'on « y attache dans le langage ordinaire. Il désigne un ordre tout particulier « de terrain dans une certaine étendue. On se tromperait fort si on croyait « que tout est confondu dans notre globe, et cette manière de s'exprimer « qu'ont adoptée les naturalistes prouve le contraire. Ceux qui voyageront « en naturalistes verront qu'il est tout à fait dans l'ordre de dire : *pays à* « *craie, pays à marbre, pays à ardoise*, etc.; car ils verront que, pendant telle « ou telle étendue, le fond du terrain est formé de telle ou telle matière, « et que, s'il y a quelque variété pendant une certaine étendue, ou quelque « matière particulière, le fond du terrain est caractérisé constamment par « l'une ou l'autre des matières minérales qui y est prédominante. »

Les contours de chacun de ces *pays*, d'une composition spéciale, sont ordinairement assez faciles à saisir, parce que chacune des matières minérales qui constituent les différents compartiments de l'écorce terrestre imprime généralement à la partie correspondante de la surface des caractères particuliers : d'où il résulte que leurs limites respectives se décèlent extérieurement par des circonstances plus ou moins frappantes, que l'œil saisit avec facilité dès que l'esprit en est prévenu.

Un premier coup d'œil jeté sur la carte géologique de la France fait voir qu'en effet il existe souvent des rapports extrêmement marqués entre les formes extérieures du sol et sa composition intérieure.

L'immense quantité de vallées et de petits ruisseaux qui sillonnent dans toutes les directions les montagnes granitiques du Limousin et de l'Auvergne se reproduisent dans la partie de la Vendée, de la Bretagne et des Vosges, dont le sol appartient aux terrains cristallisés. Cette disposition est si prononcée, qu'on peut tracer approximativement les limites de ces terrains par la seule considération des cours d'eau.

Cette considération des cours d'eau et des vallées qu'ils occupent est encore un guide presque certain pour distinguer les contrées dont le sol est formé, par les divers terrains de sédiment. En effet, l'on voit que dans les départements de la Dordogne, du Lot, de l'Aveyron et du Tarn, où le

calcaire du Jura domine, les vallées sont rares et profondes. La forme abrupte de leurs escarpements nous montre, en outre, que ces vallées sont le produit de fentes qui ont coupé le terrain sur une épaisseur considérable. Il en résulte que ces contrées, lorsqu'elles n'ont pas éprouvé de bouleversements très-violents, présentent de vastes plateaux bordés de murs presque verticaux. Le simple passage de l'un des bords d'une vallée à l'autre bord exige plusieurs heures. Telles sont, par exemple, les *causses* du midi de la France, dont la surface, élevée au-dessus de la mer de plusieurs centaines de mètres, se tient au même niveau sur douze à quinze lieues de longueur, sans autres accidents que des crevasses énormes qui les traversent dans toute leur longueur. Ces terrains ne présentent pas partout des plateaux aussi étendus; mais le petit nombre de vallées qui les arrosent, et leur profondeur, sont des caractères qui les distinguent constamment.

Les contrées formées de terrains crétacés ont une certaine analogie avec les pays de calcaire jurassique dont nous venons de parler; mais les premiers admettent toujours, outre des vallées de déchirement, un certain nombre de vallées à formes plus douces et creusées simplement par l'action des eaux : les ruisseaux y sont alors beaucoup plus nombreux, et les croupes des montagnes, quoique fortement allongées, sont en général arrondies. Enfin les couches argileuses, si abondantes dans les terrains tertiaires, donnent souvent à ces terrains la propriété de retenir les eaux; aussi leur surface est-elle fréquemment couverte d'une quantité prodigieuse de petits étangs qui donnent au pays une physionomie toute particulière. Les départements d'Indre-et-Loire, de Loir-et-Cher, du Loiret, ainsi que les plaines si fertiles de la Bresse, nous offrent des exemples de cette disposition.

Plusieurs des relations que nous venons de signaler entre les formes extérieures du sol et la nature intérieure du terrain sont d'un ordre infiniment supérieur aux modifications que les travaux des hommes peuvent opérer. On ne saurait nier, sans doute, que l'industrie humaine n'ait produit de grands changements sur les apparences extérieures de beaucoup de parties de la surface de notre globe : et n'est-ce pas, en effet, de nos jours, une chose rare et imposante qu'une scène naturelle composée d'éléments assez grands pour qu'on puisse se dire que les travaux des hommes n'ont eu sur elle aucune influence, et qu'elle est exactement telle qu'on la verrait si le régime des Celtes et des druides régissait encore l'Europe? A l'excep-

tion de la mer, dont la perpétuelle mobilité nous échappe, et des hautes montagnes que leurs neiges éternelles ont préservées des atteintes de l'activité humaine, notre industrie a changé plus ou moins la surface de tous les pays civilisés. Mais si, en dépouillant le sol de ses bruyères ou de ses forêts, en l'ouvrant à l'action des agents atmosphériques qui tendent à le dégrader, en apportant des modifications jusque dans le climat auquel il se trouve exposé, les travaux des hommes ont changé la forme des rapports qui existaient, dans l'origine, entre la constitution intérieure du sol et sa manière d'être extérieure, ils n'ont pu rendre semblables, même à l'extérieur, des sols dont l'intérieur est différent.

L'industrie humaine a profité des circonstances qui dévoilent la composition intérieure du sol; mais elle a dû, dans chaque contrée, se conformer à leur nature, et les moyens variés qu'elle a pris pour les mettre à profit n'ont fait, en général, que les rendre plus apparentes.

La facilité toujours croissante des communications, l'établissement des chemins de fer, pourront rapprocher les villes et prolonger, pour ainsi dire, les faubourgs de Paris jusqu'aux frontières du royaume; mais ces puissants instruments d'une civilisation perfectionnée, tout en devenant pour les campagnes une source nouvelle de fécondité, ne pourront faire que les cultures établies sur des sols différents s'identifient plus qu'elles ne l'ont fait jusqu'à ce jour. La facilité des communications ne changera ni la forme des vallées, ni l'aspect des coteaux; elle permettra, au contraire, de les comparer plus facilement, et, par conséquent, de mieux saisir leurs dissemblances. Le besoin de noms propres, pour désigner les espaces où se manifestent ces dissemblances, se fera de plus en plus sentir; et ceux qu'une longue habitude a affectés à cet usage, loin de s'effacer, prendront un sens de plus en plus déterminé. *La Beauce, la Brie, la Sologne,* ne cesseront donc jamais d'avoir des noms spéciaux, et on comprendra de mieux en mieux que la connaissance des noms de ce genre et de tout ce qu'ils expriment est, à la fois, la base de la géographie ordinaire et de la géographie minéralogique. C'est là leur point de contact et leur point de départ commun. Les limites de ces régions naturelles restent invariables au milieu des révolutions politiques, et elles pourraient même survivre à une révolution du globe qui déplacerait les limites de l'Océan et changerait le cours des rivières; car elles sont profondément inhérentes à la structure du sol, tandis que les lignes

hydrographiques dépendent d'un état d'équilibre qui pourrait être dérangé de bien des manières. Pour faire comprendre l'ensemble des formes d'une contrée, il est sans doute indispensable de tracer d'abord le contour des côtes, le cours des rivières et même les lignes de faîte suivant lesquelles les eaux se partagent; mais, pour donner une idée approfondie de sa structure, il faut tracer les contours des masses minérales qui la composent. Ces contours sont les joints principaux de l'édifice terrestre. En les découvrant, on découvre sa structure intime. En les dessinant, on dessine le plan de sa construction. Elles y sont, pour ainsi dire, incrustées de manière à durer autant que lui. La main destructive du temps, loin de tendre à les effacer, tend, au contraire, à les mettre de plus en plus en évidence, comme elle tend à rendre de plus en plus apparents les joints des pierres d'un vieux mur.

Les lignes géologiques, qui déterminent les contours des masses minérales, dessinent, en quelque sorte, le squelette d'une contrée, tandis que les lignes hydrographiques ne représentent que ces traits purement extérieurs qui, sur un même visage, varient avec les années. De plus, les vallées des rivières ne sont que des sillons isolés, tandis que le modelage général du relief de la terre se rattache aux lignes géologiques. Si nous pouvions voir la surface de la terre de très-loin et bien éclairée par le soleil, comme nous voyons celle de la lune, à peine y distinguerions-nous les légers enfoncements que suivent les plus grands fleuves, et les lignes de proéminences qui nous frapperaient le plus seraient presque toujours intimement liées à la forme et à la distribution des masses minérales. Ces lignes proéminentes ne peuvent rester sans influence sur la direction des cours d'eau. Cependant elles ne déterminent pas toujours les contours des bassins hydrographiques, parce qu'elles présentent souvent des dentelures qui permettent aux rivières et même aux grands fleuves de les traverser. De là les discordances nombreuses et souvent capitales qui existent entre le relief réel de la surface d'une contrée et le dessin linéaire que le tracé des cours d'eau semble présenter de ce même relief. On concevra aisément, d'après cela, que les géologues trouvent un de leurs points de départ dans ces discordances, et que certaines dispositions, en apparence peu naturelles, des cours d'eau, fournissent à elles seules des données précieuses sur la structure de la contrée qu'ils sillonnent.

Il suffirait presque toujours de chercher à se rendre compte de ces cu-

rieux phénomènes pour parvenir à deviner plus ou moins complétement la disposition des masses minérales : de là il résulte naturellement que l'un des meilleurs moyens que nous puissions employer, pour initier le lecteur à cette disposition, consistera à faire voir que les teintes mises sur la carte géologique dessinent et analysent, de la manière la plus simple, les formes extérieures du sol, et que les phénomènes que ces teintes rappellent rendent un compte satisfaisant de la production de ces accidents extérieurs.

La discussion de ces rapports aura en même temps l'avantage de faire sentir aux personnes qui s'intéressent à la connaissance de notre sol, sous un point de vue d'utilité purement matérielle, que nous avons figuré toutes les grandes masses, et que celles qui pourraient nous avoir échappé ne jouent dans la composition de notre sol qu'un rôle assez secondaire, puisqu'elles ne se dessinent à la surface par aucun accident remarquable et n'interrompent pas les traits, presque toujours bien tranchés et assez uniformes, par lesquels les masses reconnues se manifestent extérieurement. Ces masses oubliées, si véritablement il en existe, ne pourraient être alors que des accidents de peu d'étendue, et leur omission ne saurait nuire à l'exactitude générale de notre travail.

Mais, avant de nous livrer à l'examen des formes générales du sol de la France, et de chercher à faire voir qu'elles ne sont, en grande partie, que la manifestation extérieure des masses principales dont il se compose, nous devons commencer par exposer la marche que nous avons suivie dans nos investigations. Cette marche elle-même a été dictée par les rapports naturels qui existent entre les formes extérieures du sol et celles des grandes masses minérales, rapports que l'on ne peut bien saisir que par des observations faites sur une grande échelle.

Marche à suivre dans la description géologique d'une contrée.

Il semblerait, au premier coup d'œil, que, pour exécuter le meilleur relevé de la composition minérale du sol d'un pays, il n'y aurait rien de mieux à faire que de prendre les plans parcellaires du cadastre, et d'indiquer séparément sur chaque parcelle la composition minéralogique du sol.

Des observateurs sédentaires établis dans chaque canton, et profitant de toutes les occasions pour reconnaître la composition intérieure du terrain, pourraient, en quelques années, faire ce relevé d'une manière complète.

Un pareil travail aurait, sans aucun doute, plus d'un genre d'utilité; mais, quelque complet et quelque soigné qu'il pût être, il ne saurait renfermer

tout ce qu'on doit désirer en pareille matière, et il serait surtout loin de se trouver en rapport avec les circonstances générales dont nous avons parlé, comme offrant à la fois des points de départ et des moyens de vérification.

Ce travail, purement cadastral, manquerait avant tout de clef, et les recherches qu'on voudrait y faire, soit dans l'intérêt de la science, soit même dans l'intérêt de l'industrie, seraient extrêmement difficiles.

Ce travail produirait une carte lithologique très-exacte et très-détaillée; mais cette carte serait un dédale d'indications isolées, d'autant plus confuses qu'elles seraient plus nombreuses. On chercherait un fil conducteur pour parcourir ce labyrinthe, mais on ne le trouverait pas dans le travail lui-même, dont la table des matières ne pourrait se dresser que suivant l'ordre alphabétique des substances ou des localités. Ce fil existerait, il est vrai, dans les rapports déjà signalés entre les formes de la surface et la disposition des grandes masses; mais, ces rapports n'étant pas encore mis en relief, leur détermination exigerait un nouveau travail : ils seraient cachés d'abord au milieu de la confusion des indications, trop nombreuses et trop indépendantes les unes des autres, dont seraient couverts les plans minéralogiques minutieusement exacts dont nous venons de parler; mais on les verrait se dégager d'eux-mêmes aussitôt qu'on élèverait le travail de détail, exécuté d'abord, au rang de carte géologique, en y indiquant, à côté de la composition absolue de chaque partie, les relations de position et de continuité qu'elle peut offrir.

Les relations de continuité dont il vient d'être question ne pourraient pas toujours résulter de la simple élaboration du travail de détail le plus minutieusement exact; souvent elles exigeraient des observations *ad hoc* faites sur le terrain.

La continuité des grandes masses minérales demande à être étudiée en elle-même, avec une attention soutenue, parce qu'elle s'allie souvent avec une variation progressive dans la nature ou dans la proportion des éléments dont la masse se compose. Il y a là, par conséquent, des rapports particuliers à saisir, une étude spéciale et nouvelle qui ne pourrait être faite avec autant de rigueur par des observateurs sédentaires, dont chacun consacrerait tous ses soins à l'examen d'un canton particulier, que par des voyageurs qui, sans entrer dans tous les détails de la constitution de chaque

canton, feraient, de ces rapports de continuité, l'objet spécial de leurs recherches. Les mêmes raisons qui ont conduit à rendre les limites de concession de mines indépendantes de celles des propriétés de la surface, conduisent de même à faire, des contours et de l'enchaînement des masses minérales considérées en grand, un objet d'étude spécial indépendant de la résidence de celui qui s'y livre.

Ce qu'il y a ici de remarquable, c'est que cette étude en grand, qui seule peut faire distinguer sûrement les masses qui se continuent au loin de celles qui ne sont que subordonnées, n'a nullement besoin d'être précédée par l'étude des détails locaux. Elle peut, et nous dirons même qu'elle doit, marcher la première et rendre l'étude des détails infiniment plus simple et plus facile. Il appartient à la géologie, non-seulement d'éclaircir, après son exécution, l'immense travail de détail dont nous avons parlé, mais encore de le préparer, et même d'en donner, au besoin, une analyse anticipée.

Les considérations qui dictent cette manière de procéder sont réellement la clef de ce genre de recherches. En effet, les substances minérales qui composent l'écorce du globe terrestre n'y sont pas confondues pêle-mêle, mais s'y trouvent enchaînées les unes aux autres; et les différents compartiments, à peu près homogènes, qu'on y remarque, les *pays* de natures différentes que l'on y observe, se lient et s'enchaînent entre eux, suivant des lois régulières, plus simples en grand qu'en petit, susceptibles d'être saisies dans leur ensemble et d'être exposées, relativement à chaque contrée, d'une manière d'autant plus facile à suivre qu'elle sera plus abrégée, qu'elle descendra moins dans les détails locaux, qu'elle s'en tiendra davantage, si l'on peut s'exprimer ainsi, à l'intention générale de la nature dans la distribution des substances minérales, et souvent à la continuité de leurs masses plus encore qu'à leur homogénéité.

La circonscription des parties composées de granite, de grès, de calcaire, n'est pas le seul objet, ni même l'objet le plus essentiel qu'on se propose de faire connaître sur des cartes géologiques; on cherche à y représenter, d'une manière plus intime encore, la structure du sol, en y exprimant le *cours souterrain des couches* d'un bout du pays à l'autre.

Une carte qui n'exprimerait que les détails de la composition minéralogique pourrait laisser complétement en dehors cette donnée importante;

car une couche, quoique parfaitement continue, varie quelquefois de composition d'un point à un autre, en passant, par exemple, du calcaire à la marne ou au silex, de manière à devoir être figurée en différents points par différents signes minéralogiques. Cependant cette couche est d'un seul jet; elle a été formée en même temps dans toute sa longueur, et sa continuité, dans les points où elle offre des variations de composition, présente un fait de la plus grande importance pour la structure de la contrée. De la connaissance bien acquise de ces relations de continuité, dépend celle de l'ordre dans lequel se sont formées les masses minérales qui composent le sol, et de tous les phénomènes géologiques dont il peut conserver l'empreinte. La connaissance de ces phénomènes sert de guide dans toutes les recherches que peut réclamer l'industrie minérale, et dans les grands travaux de terrassements.

Les contours de ces masses continues sur de grandes étendues s'identifient avec les principaux accidents topographiques de la surface. Ces accidents les décèlent et les mettent, pour ainsi dire, en relief. Ils font en même temps connaître l'échelle sur laquelle doit être entreprise l'étude des grandes masses minérales. Il suffit, en effet, d'indiquer ces rapports, pour faire concevoir que la connaissance approfondie des circonstances qui les déterminent, et qui souvent peuvent se reconnaître sur des centaines de lieues de longueur, doit résulter moins directement de l'étude circonscrite de parties détachées et discontinues, que d'une étude simultanée de tout l'ensemble, quand même cette étude ne serait pas poussée jusqu'à la délimitation exacte des contours.

On comprendra facilement, d'après ces remarques, comment l'administration des mines, ayant l'intention de faire exécuter, non-seulement une carte géologique générale de la France, mais encore des cartes géologiques spéciales de ses différentes subdivisions, a dû s'occuper d'abord de la carte générale, plutôt que de chercher à l'extraire, par voie de simple réduction, des cartes géologiques de détail.

L'assimilation avec les cartes purement géographiques indiquait d'elle-même cette dernière méthode: car, pour l'exécution des cartes géographiques, on ne se borne jamais à réduire des plans cadastraux sans les relier entre eux par une triangulation d'ensemble; mais, pour la topographie, il est à peu près indifférent que cette grande triangulation forme le commen-

cement ou la fin des opérations, tandis que, pour la géologie, il y a de nombreux avantages à ce que l'opération générale précède la conclusion des opérations de détail.

L'exécution, sur un mode uniforme, des cartes géologiques de détail, eût été à peu près impossible si la carte générale ne les avait précédées. On aurait, du moins, été exposé à y exprimer comme contemporaines des couches d'âges différents, et comme différentes, des couches réellement contemporaines.

En effet, on aurait été réduit à se servir des moyens de comparaison auxquels les géologues ont recours lorsque la continuité actuelle, ou du moins la continuité originaire des masses minérales, ne peut être constatée; mais ces moyens, qui se tirent de la composition des roches et des restes de corps organisés qu'elles renferment, ne présentent jamais une certitude absolue, et ils perdent beaucoup de leur valeur lorsqu'ils ne sont pas appliqués simultanément et avec ensemble à toutes les masses qu'on veut comparer.

Les deux méthodes qui viennent d'être successivement indiquées pour déterminer les âges relatifs des masses minérales sont à peu près, l'une par rapport à l'autre, ce que sont les deux méthodes employées pour dresser le réseau des cartes purement géographiques.

Une carte géologique construite d'après l'observation affective de la continuité des masses minérales serait, à une carte construite simplement d'après la réunion d'observations isolées, ce qu'une carte topographique basée sur un réseau d'observations géodésiques serait à une carte fondée simplement sur l'estime des pilotes ou les journées de marche des voyageurs, et sur le raccordement de quelques relèvements astronomiques isolés. C'est là la différence qui existe entre une carte de France et une carte de l'Asie Mineure ou de la Sibérie; et cette circonstance donne quelque vérité à la comparaison qui a été plus d'une fois établie entre notre travail et la grande triangulation, qui forme la base nécessaire de toute bonne carte géographique.

Les caractères géologiques de la seconde espèce, ceux qui ne sont comparables qu'aux relèvements astronomiques isolés et à l'estime des pilotes et des voyageurs, sont naturellement ceux qui se présentent les premiers et qui ont été observés dans des travaux isolés.

Comme ces derniers caractères ne donnent généralement que des probabilités plus ou moins grandes, tandis que l'observation de la continuité mène à des déterminations certaines, nous avons dû naturellement nous proposer de mettre en évidence toutes les relations de continuité qui existent entre les masses minérales dont le sol de la France se compose, afin de diminuer, autant qu'il est possible, le nombre des circonstances dans lesquelles on est réduit à avoir recours aux caractères de la seconde espèce.

Dans les explorations qui ont formé la base de notre travail, nous avons dû nous attacher, avant tout, à suivre la continuité des masses minérales d'une manière directe sur les étendues les plus grandes possible, et à la rétablir par la pensée lorsqu'elle avait été détruite, par les révolutions du globe, entre des parties qui, dans l'origine, ont été continues, et qui peuvent être considérées comme ayant appartenu à un même tout. C'est seulement lorsque cette continuité n'existait pas ou ne pouvait pas être rétablie, que nous avons dû chercher à y suppléer par les moyens accessoires dont nous avons parlé ci-dessus.

Les considérations dans lesquelles nous venons d'entrer montrent assez que nos observations sur ces continuités de masses minérales, qui peuvent se suivre d'un seul jet sur des parties considérables de la France, doivent former l'objet principal de la présente explication, et que les déterminations qui se tirent des caractères de la seconde espèce ne devront y jouer qu'un rôle accessoire, et pourraient même quelquefois, sans beaucoup d'inconvénients, être renvoyées, du moins en partie, à des descriptions locales.

Les traits généraux de la structure du sol, auxquels se rattachent naturellement les caractères de la première espèce, sont en eux-mêmes trop frappants pour n'avoir pas été entrevus depuis longtemps par des investigateurs attentifs aux circonstances générales; ils sont en même temps trop simples pour n'avoir pas été méconnus d'abord par des observateurs minutieusement attachés à des faits de détail, dans lesquels se présentait à leurs yeux un désordre apparent.

Essais des cartes géologiques de la France publiées à diverses époques.

Il est même arrivé plus d'une fois que certains observateurs ont aperçu une partie, mais une partie seulement, des circonstances générales auxquelles nous faisons allusion, et ont traité de chimérique tout ce que leurs yeux ou leur esprit n'avaient pu saisir.

Ainsi on regrette de voir que Monnet, qui a publié en 1780 un com-

mencement de description minéralogique de la France, dans lequel se trouvent les remarques éminemment justes que nous avons citées précédemment, n'ait pu s'élever jusqu'à la hauteur des vues beaucoup plus larges que Guettard avait émises avant lui, et ait même tenté de les ridiculiser en affectant de les confondre avec les généralisations aventureuses de quelques ouvriers ignorants.

« C'est, disait-il[1], un préjugé reçu aujourd'hui par beaucoup de mineurs « de croire que les mines de charbon ont une direction générale autour du « globe; voilà pourquoi ils s'attachent à faire des recherches sur la même « ligne où se montrent déjà de ces mines. Mais le peu de succès qu'ont eu « beaucoup de ces entreprises devrait bien avoir dégoûté de cette opinion..... » Puis il ajoutait : « Il n'y a pas longtemps qu'on a vu à Paris un mineur de « mines de charbon montrer une carte minéralogique où il faisait courir « des veines de charbon d'un point à l'autre du globe. Ce système res- « semble beaucoup à celui de M. Guettard, qui a divisé, dans une carte, la « France en plusieurs bandes minérales: ils sont aussi fondés l'un que « l'autre. »

Buffon, dont les écrits géologiques renferment un si grand nombre d'idées ingénieuses et fécondes, et dont la vaste intelligence saisissait si naturellement les aperçus élevés, avait méconnu lui-même la justesse de l'observation de Guettard sur les grandes bandes de natures diverses que présente le sol de la France.

On peut aujourd'hui s'étonner à juste titre de ce qu'il ait traité ces idées de superficielles, et qu'il ait dit : « Quand on ne voit que superficiellement « la surface de nos continents, on tombe dans l'erreur en la divisant en « bandes sablonneuses, marneuses, schisteuses, etc., etc.; car toutes ces « bandes ne sont que des déblais superficiels, qui ne prouvent rien et qui « ne font, comme je l'ai dit, que masquer la nature et nous tromper sur « la vraie théorie de la terre[2]..... »

On ne saurait trop regretter que l'ordre d'idées dont nous parlons, et qui sans doute n'était pas encore mûr à cette époque, ait été ainsi repoussé : sans cet abandon, l'atlas de Monnet et sa description minéralogique de la

[1] Monnet, *Description minéralogique de la France*, imprimée en 1780, pag. 54.

[2] Buffon, *Époques de la nature*, 4e époque, tom. V, pag. 213, 1778.

France eussent offert une bien plus grande utilité, à l'aide des matériaux, souvent excellents, qu'il avait recueillis, et de ceux que Guettard lui avait laissés. Mais, au lieu de tracer les contours des grandes masses minérales, il se borne à indiquer en chaque lieu, par un signe conventionnel, les substances minérales qui y ont été recueillies, sans exprimer entre les gisements de ces substances d'autres liaisons que celles qui sont figurées par des coupes peu nombreuses et assez informes placées sur les marges des cartes. La plupart des rapports de continuité qui existent entre les gisements de ces substances restaient ainsi en dehors de son travail.

Cependant l'idée d'une distribution, en quelque sorte méthodique, des matières minérales qui constituent le sol de la France, a été entrevue depuis longtemps.

Les traits les plus généraux et les plus simples de cette distribution sont déjà figurés, avec un degré d'exactitude dont on a lieu d'être surpris, dans une petite carte géologique de la France, publiée en 1664, par l'abbé L. Coulon, dans un ouvrage spécialement destiné à l'hydrographie[1].

Cette carte, dans laquelle l'auteur indique les limites générales du *granite* et des *terrains secondaires*, atteste un très-bon esprit d'observation et beaucoup de sagacité. A l'époque où elle a été publiée, il aurait été difficile de pousser bien loin le nombre des distinctions dans les natures de terrain; mais le petit nombre de celles que l'auteur a signalées existe réellement (ainsi qu'on peut le voir dans notre travail), à peu près dans les limites qu'il a déjà figurées.

Guettard a repris, quatre-vingts ans plus tard, les mêmes idées; il les a poussées plus loin, et en 1746, au moment où Buffon écrivait sa théorie de la terre, qui a paru en 1749, il a publié, dans les Mémoires de l'Académie des sciences, une carte qui peut être considérée comme un *nouvel essai de carte géologique de la France (pour la partie septentrionale seulement)*.

Cet observateur plein de tact faisait en même temps les réflexions suivantes, que nous reproduisons textuellement, parce qu'elles nous paraissent parfaitement propres à donner une première idée des apparences générales par lesquelles se révèlent les lois de distribution dont nous parlons.

[1] *Les rivières de France*, ou *Description géographique et historique des cours et des débordements des rivières de France, avec le dénombrement des villes, ponts et passages* (Paris, 1664); par l'abbé L. Coulon.



« Je me suis proposé, dit Guettard, de faire voir par cette carte qu'il y a « une certaine régularité dans la distribution qui a été faite des pierres, des « métaux et de la plupart des autres fossiles. On ne trouve pas indifférem- « ment dans toutes sortes de pays telle ou telle pierre, tel ou tel métal ; « mais il y a de ces pays où il est impossible de trouver des carrières ou des « mines de ces pierres ou de ces métaux, tandis qu'elles sont très-fréquentes « dans d'autres, et que, s'il ne s'y en trouvait pas, on aurait plus sujet d'es- « pérer d'y en rencontrer qu'autre part. Je fus frappé de cette espèce d'uni- « formité dans quelques voyages que j'ai faits, il y a quelques années, en Bas- « Poitou; je ne vis qu'avec surprise que l'on passait successivement par des « pays où les pierres et le terrain devenaient sensiblement d'une nature « différente presque tout à coup, après avoir gardé la même pendant plu- « sieurs lieues. Il est réellement impossible de se refuser à cette surprise « lorsqu'après avoir traversé les pays sablonneux qui s'étendent depuis « Longjumeau surtout jusqu'à Étampes, et que l'on a passé le haut d'une « chaîne de montagnes qui forme la Beauce, l'on entre, vers Cercottes, dans « un terrain graveleux qui continue jusque par delà Amboise, où l'on quitte « ce terrain pour entrer dans un autre qui est beaucoup plus gras, et qui « diffère surtout des précédents par la nature de ses pierres, qui y sont « d'un très-beau blanc, très-aisées à tailler et d'un grain très-fin. Après ce « pays on en trouve un où ces corps sont plutôt d'une couleur noire et grise « que blancs; le fond du terrain y est plus aride et plus sec, ce que l'on « continue à trouver depuis environ Montreuil jusque sur les bords de la mer « du Bas-Poitou et de l'Aunis, et même jusque dans les îles voisines.

« Les courses que je fis, surtout dans la première de ces deux provinces, « bien loin de diminuer le soupçon que j'avais, contribuèrent à l'augmenter. « Je ne pus travailler à le confirmer que longtemps après; si ma conjecture « était vraie, je devais rencontrer, dans les autres provinces et à peu près à « même distance de Paris, ce que j'avais vu dans le Bas-Poitou et dans les « provinces qu'il faut traverser pour y arriver : toujours rempli de cette idée, « je saisis une occasion qui se présenta de voir la Normandie et quelques « pays voisins, comme une partie du Maine et du Perche. Je les parcou- « rus donc, et je disposai tellement mes petits voyages, que le chemin par « où j'allais n'était pas celui que je choisissais pour revenir; par là je voyais « plus de pays et me mettais plus en état de m'assurer de la nature de leur

« terrain : le résultat de ces voyages fut le même que celui qui suivit les « courses que j'avais faites dans le Poitou; ils me parurent établir de plus en « plus l'idée où j'étais.

« De retour de Normandie, je partis peu après pour le Nivernais : il était « nécessaire de voir si je trouverais, sur la gauche de la ligne que j'avais suivie « en allant en Bas-Poitou, ce qui s'était présenté sur la droite de cette ligne; « cette uniformité fut telle, que je prévoyais la nature du terrain où j'allais « entrer par celle que je quittais, et cela lorsque je me trouvais à peu près « à une même distance de Paris où sont les endroits que j'avais vus dans « les autres provinces. »

Ainsi Guettard entrevoyait, dès 1746, que les différents terrains dont se compose le sol de la France septentrionale forment de grandes bandes continues disposées, par rapport à Paris, d'une manière concentrique; la carte qui accompagne son mémoire figure cette disposition d'une manière que les recherches ultérieures ont pleinement confirmée, et dont on retrouvera le fond dans notre travail. Guettard sentait, en outre, que des limites naturelles, mais toutes superficielles, telles que l'interposition d'une mer étroite et peu profonde, ne devaient pas interrompre des traits si profondément imprimés dans la charpente de la terre; aussi ajoute-t-il immédiatement après :

« Une des premières idées qui me vint après tout ce travail fut de m'as- « surer si l'Angleterre était semblable à ce dernier royaume (la France) en « tout ou en partie : j'y étais conduit par les connaissances générales et « confuses que j'avais déjà; je savais que la Cornouaille était fameuse par « ses mines d'étain, que plusieurs endroits de cette province et de quel- « ques autres fournissaient beaucoup de charbon de terre : ceci me fit donc « penser que, la Cornouaille étant dans l'alignement de la Basse-Normandie, « il pouvait bien se faire qu'il y eût une uniformité entre ces deux pro- « vinces, et qu'elle pourrait même se trouver dans le reste entre la France « et l'Angleterre. Je cherchai donc à constater cette idée par la lecture de « quelques morceaux qui traitassent de cette matière : celle que je fis des ou- « vrages de Childray et de Gérard Boat sur l'histoire naturelle d'Angleterre « et d'Irlande me prouva ma conjecture, et je reconnus que, s'il y avait « de la différence, elle n'était pas considérable, et que la plus grande venait « de celle qu'il y a dans l'étendue en largeur de ces deux royaumes. »

Sauf des erreurs de détail, telles que l'existence supposée de mines de houille en Cornouaille, tout ce que dit ici Guettard a fini par se trouver confirmé, et on a même reconnu que ces grandes bandes que dessinent les masses minérales à la surface du sol ne sont souvent que les extrémités, en retraite l'une par rapport à l'autre, de grandes assises régulières que ces diverses masses constituent dans l'édifice minéralogique du sol de chaque contrée.

La connaissance de l'ordre de superposition et du cours souterrain de ces grandes assises est devenue depuis longtemps d'une utilité pratique, en servant de guide dans des recherches que le succès a couronnées. On sait, par exemple, qu'aux environs de Valenciennes, de Denain, de Douai, on a percé la craie pour atteindre, au-dessous d'elle, des couches de houille qui ont donné lieu à d'importantes exploitations.

On sait encore que des puits artésiens ont été forés à Elbeuf, à Tours et dans beaucoup d'autres lieux, dans l'espoir de trouver des eaux jaillissantes, et qu'ils ont obtenu un plein succès. On peut ajouter qu'à Paris même, dans l'enceinte de l'abattoir de Grenelle, on a entrepris et poursuivi, avec une persévérance qui témoigne d'une confiance motivée, un travail du même genre.

Il appartient encore à l'avenir de confirmer ou d'infirmer cette confiance; mais, quand même quelque circonstance accidentelle empêcherait que l'événement ne la justifiât, l'idée sur laquelle elle est fondée pourrait toujours être citée comme offrant l'image la plus simple de la disposition générale des couches crayeuses autour de Paris. Cette confiance est, en effet, basée sur la certitude acquise depuis longtemps que la grande masse de craie qui supporte tous les terrains des environs de Paris repose, par ses bords, sur une grande assise de sable qui, s'élevant à ses extrémités, en Champagne et en Bourgogne, bien au-dessus du niveau de Paris, y reçoit des eaux par infiltration. On est fondé à présumer que cette assise sableuse s'étend sous le fond du bassin crayeux comme au-dessous de ses extrémités, et qu'il suffit de percer le fond pour donner issue aux eaux introduites par les bords, qui sont plus élevés.

Ces données générales, dont l'expérience a si souvent vérifié les déductions, et qui ne sont ici que le développement des premières remarques de Guettard, embrassent, comme on voit, sur une très-grande échelle, la structure du sol de la France.

Bien saisir toutes ces lois générales de l'ajustement des masses minérales et les figurer graphiquement, tel a été le but que se sont proposé toutes les personnes qui ont exécuté des cartes géologiques. Celles de ces lois dont nous venons de parler ont été exprimées de nouveau, et avec toute la précision du langage géologique moderne, dans un essai de carte géologique de la France, des Pays-Bas et de quelques contrées voisines, dressé par M. d'Omalius d'Halloy, d'après des matériaux recueillis de concert avec M. Coquebert de Montbret, qui a paru, en 1822, dans les *Annales des mines*[1]. Ce nouvel essai, venu après ceux de l'abbé L. Coulon et de Guettard, doit être considéré comme le troisième, puisque Monnet n'a pas su saisir la partie principale du plan qu'il s'agit de poursuivre.

Le travail de MM. d'Omalius d'Halloy et Coquebert de Montbret, excellent en lui-même, surtout si on se reporte au temps où il a été composé, ne présente cependant pas, ne pouvait même pas présenter, à cause de la petitesse de son échelle, un tableau complet de ces diverses zones minérales qui forment le squelette de la France. Plusieurs de ces zones y sont fréquemment réunies en une seule, et elles ne pouvaient être distinguées que par une *nouvelle dissection :* telle a été l'opération dont nous avons été chargé.

Quoique cette nouvelle dissection du sol de la France dût être plus détaillée que les précédentes, elle n'exigeait pas, plus que le travail si original de Guettard et le travail si lumineux de M. d'Omalius d'Halloy, que nous fissions un cadastre complétement détaillé de la nature du sol en chaque point. On concevra, au contraire, d'après ce que nous avons dit précédemment, que nous ne devions pas descendre au-dessous des distinctions qui peuvent se poursuivre sur de grandes étendues. Le but à atteindre était un tableau, aussi complet que possible, de ces grands traits d'ensemble qu'on ne peut fractionner sans les détruire : un coup d'œil jeté sur la structure du sol de la France, d'après le résultat même de nos recherches, sera

[1] Cette carte est accompagnée d'un mémoire rempli d'aperçus neufs et ingénieux, intitulé : *Observations sur un essai de carte géologique de la France, des Pays-Bas et des contrées voisines*, par M. d'Omalius d'Halloy. (*Annales des mines*, t. VII, p. 353, 1822.) L'auteur fait remarquer que ce mémoire a été composé à la fin de 1813, mais qu'appelé quelque temps après à des fonctions administratives qui ne lui ont plus permis de s'occuper des sciences naturelles, il a dû en retarder la publication pendant près de dix ans. M. d'Omalius d'Halloy avait déjà publié, en 1808, un mémoire très-étendu sur la géologie du nord de la France. (*Journal des mines*, t. XXIV, p. 123.)

peut-être le meilleur moyen de faire comprendre la marche que nous avons dû suivre dans ce travail.

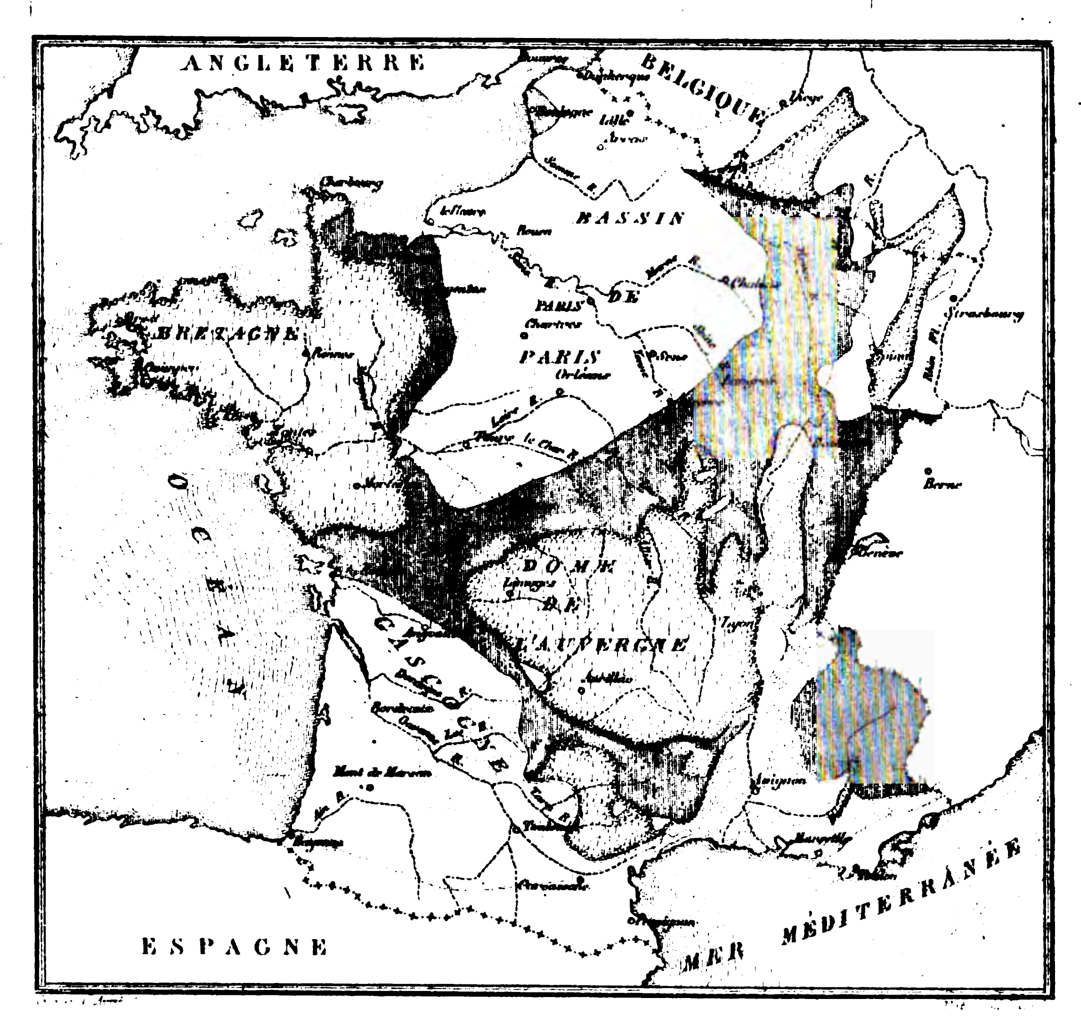
Disposition générale des masses minérales qui forment le sol de la France.

La disposition presque circulaire que Guettard, comme nous l'avons rappelé plus haut, avait déjà signalée dans les bandes de terrain de la partie septentrionale de la France, n'est qu'une partie d'une disposition encore plus générale, qui permet de résumer, dans un énoncé très-abrégé, la structure géologique de tout l'intérieur du royaume. Si l'on examine la distribution des couleurs sur la carte géologique de la France, ou sur la réduction placée en tête de ce volume, on remarquera que la couleur bleue, diversement nuancée par des hachures et des parties plus ou moins foncées, qui représente les différentes assises du terrain de calcaire jurassique, est celle qui y constitue les bandes les plus continues. Dans l'esquisse placée ci-après, qui reproduit les linéaments généraux de la structure géologique de la France, le calcaire jurassique est figuré par des hachures verticales formant, par leur réunion, une teinte grise uniforme. Les bandes réunies du terrain jurassique y forment comme une large écharpe qui traverse obliquement la partie centrale de la carte, des environs de Poitiers aux environs de Metz et de Longwy.

Cette écharpe se recourbe, d'une part, vers le haut, du côté de Mézières et de Hirson, et, de l'autre, vers le bas, du côté de Cahors et de Milhau; mais en même temps il s'en détache deux branches, dont l'une, se repliant au nord-ouest, se dirige sur Alençon et Caen, tandis que l'autre, descendant au midi, suit d'abord la Saône et ensuite le Rhône depuis Lyon jusqu'au delà de Privas, et tourne autour des Cévennes jusqu'au delà de Montpellier, pour aller rejoindre la première branche dans le département de l'Aveyron.

Ces bandes, recourbées, projettent en outre, dans différentes directions, des appendices irréguliers; mais ce qu'elles présentent de plus remarquable, c'est qu'en faisant abstraction de ces irrégularités et en les réduisant par la pensée à leur plus simple expression, on voit ces bandes former deux espèces de boucles, qui dessinent sur la surface de la France une figure qui approche de celle d'un *x* placé sur le côté (ϰ); et même, si l'on observe que la boucle inférieure est presque fermée et ne présente que des lacunes apparentes, dues à des dépôts superficiels qui cachent le terrain jurassique, on pourra comparer la disposition de ces bandes à la forme générale d'un 8 ouvert par en haut.





Ces assises du calcaire jurassique, qui nous présentent l'immense avantage de pouvoir être poursuivies à découvert, d'une manière sensiblement continue, d'un bout de la France à l'autre, suivant des contours variés qui en touchent presque toutes les parties, se prolongent souterrainement dans des espaces beaucoup plus étendus que ceux où elles forment la surface; mais la manière dont elles s'enfoncent pour s'étendre ainsi par-dessous terre n'est pas la même dans toutes les parties de leur contour apparent.

Si les deux boucles supérieure et inférieure que présente la figure analogue à celle d'un 8, qu'elles dessinent sur la surface, ont entre elles une sorte de correspondance, elles présentent en même temps une opposition

complète dans la manière dont les couches jurassiques y sont disposées relativement aux masses qui occupent les deux espaces qu'elles entourent vers le nord et vers le sud : en effet, la boucle inférieure ou méridionale circonscrit un massif proéminent, en grande partie colorié en rose et formé principalement de terrain granitique. C'est le massif montagneux de la France centrale, couronné par les roches volcaniques du Cantal, du Mont-Dore et du Mézenc.

Cette boucle méridionale est ainsi moins élevée que l'espace qu'elle entoure, tandis que la boucle supérieure ou septentrionale, qui forme le contour d'un bassin dont Paris occupe le centre, est, en grande partie, plus élevée que le remplissage central de ce bassin.

L'intérieur de ce bassin est occupé par une succession d'assises à peu près concentriques, comparables à une série de vases semblables entre eux, qu'on fait entrer l'un dans l'autre pour occuper moins d'espace.

La différence la plus essentielle des deux boucles opposées de notre 8 est que l'une recouvre et que l'autre supporte les masses minérales qui occupent l'espace qu'elle entoure. La boucle inférieure et méridionale est formée par des couches qui s'appuient sur le bord du massif granitique qui leur sert de centre, et, en quelque sorte, de noyau; la boucle supérieure et la plus septentrionale est formée, au contraire, par des couches qui s'enfoncent de toutes parts sous un remplissage central auquel elles servent de support, de bassin, de récipient, et dont elles excèdent généralement la hauteur.

La disposition des couches jurassiques, dont nous venons de donner l'indication, est liée de la manière la plus intime à la structure, tant intérieure qu'extérieure, de la plus grande partie du territoire français. Nous pouvons le faire comprendre dès à présent, en esquissant rapidement les traits extérieurs par lesquels sa structure intérieure se décèle.

Les deux parties principales du sol de la France, le dôme de l'Auvergne et le bassin de Paris, quoique circulaires l'une et l'autre, présentent, comme on vient de le voir, des structures diamétralement contraires. Dans chacune d'elles les parties sont coordonnées à un centre, mais ce centre joue dans l'une et dans l'autre un rôle complétement différent.

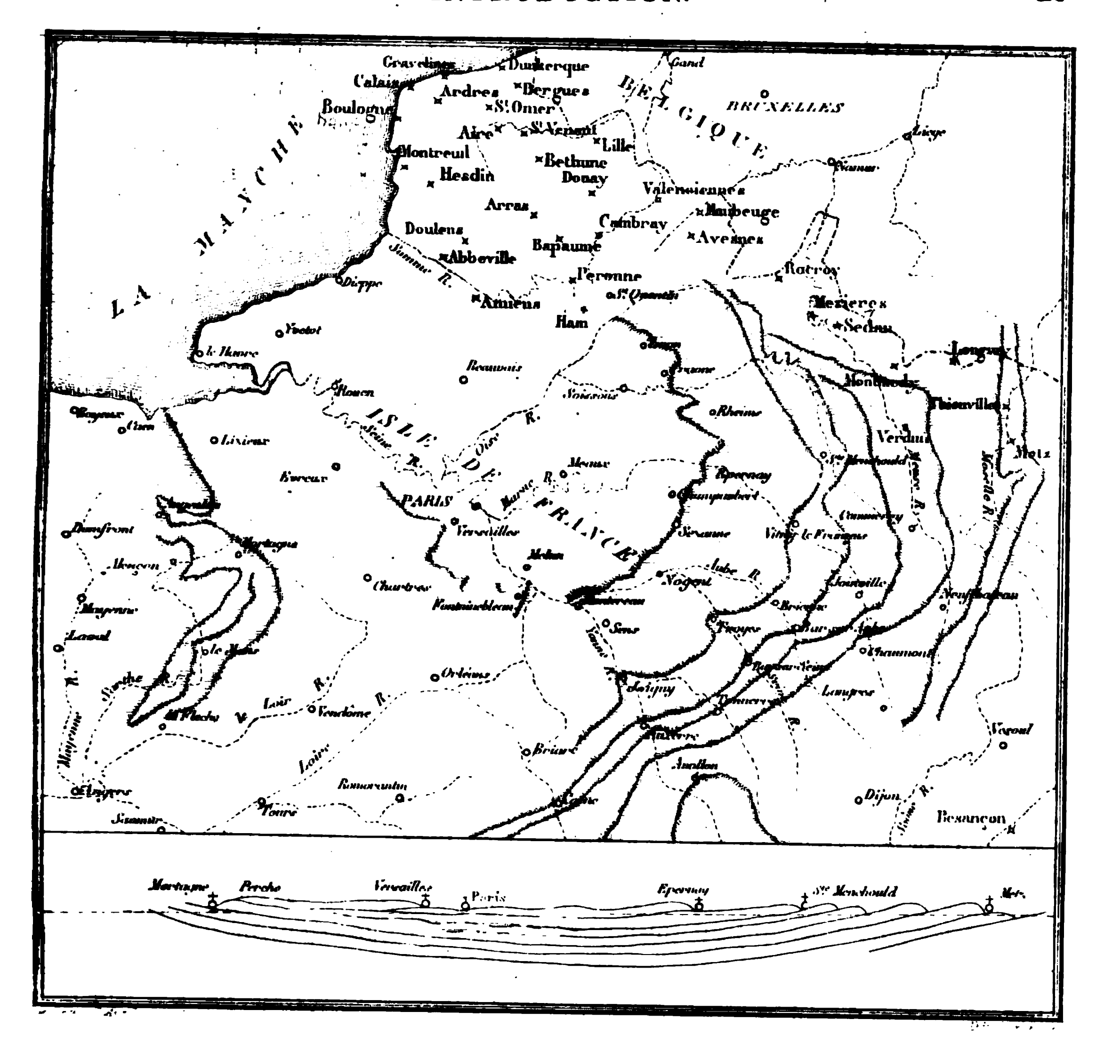
Ces deux pôles de notre sol, s'ils ne sont pas situés aux deux extrémités d'un même diamètre, exercent en revanche, autour d'eux, des influences

exactement contraires : l'un est en creux et attractif; l'autre, en relief, est répulsif.

Le pôle en creux vers lequel tout converge, c'est Paris, centre de population et de civilisation. Le Cantal, placé vers le centre de la partie méridionale, représente assez bien le pôle saillant et répulsif. Tout semble fuir en divergeant de ce centre élevé, qui ne reçoit du ciel qui le surmonte que la neige qui le couvre pendant plusieurs mois de l'année. Il domine tout ce qui l'entoure, et ses vallées divergentes versent les eaux dans toutes les directions. Les routes s'en échappent en rayonnant comme les rivières qui y prennent leurs sources. Il repousse jusqu'à ses habitants qui, pendant une partie de l'année, émigrent vers des climats moins sévères.

L'un de nos deux pôles est devenu la capitale de la France et du monde civilisé, l'autre est resté un pays pauvre et presque désert. Comme Athènes et Sparte dans la Grèce, l'un réunit autour de lui les richesses de la nature, de l'industrie et de la pensée; l'autre, fier et sauvage, au milieu de son âpre cortége, est resté le centre des vertus simples et antiques, et, fécond malgré sa pauvreté, il renouvelle sans cesse la population des plaines par des essaims vigoureux et fortement empreints de notre ancien caractère national.

La structure de la plus méridionale des deux parties de territoire que nous venons d'opposer l'une à l'autre se dessine par des traits qui doivent frapper bien plus, au premier abord, que ceux de la partie septentrionale, puisque ces traits sont les montagnes les plus élevées de l'intérieur de la France. Cependant, lorsqu'on y regarde de plus près, la structure en forme de bassin de la partie septentrionale se dessine, de son côté, avec une netteté toute particulière, au moins dans sa partie orientale.



La partie orientale est, en effet, celle dans laquelle le contour jurassique du bassin s'élève à la plus grande hauteur. Les différentes assises dont il se compose ont été usées inégalement par les révolutions du globe; et, suivant leurs divers degrés de dureté, elles forment comme une série de moulures concentriques les unes aux autres. Il est arrivé la même chose aux assises, de solidités diverses, qui se trouvent appliquées successivement l'une sur l'autre dans l'intérieur du bassin. De là une série de crêtes saillantes formées par les extrémités des couches les plus solides. Ces crêtes tournent parallèlement les unes aux autres autour de Paris, qui est leur centre commun. Les rivières qui, comme l'Yonne, la Seine, la Marne, l'Aisne,

l'Oise, convergent vers le centre du bassin parisien, traversent les crêtes successives dans des défilés que les révolutions du globe ont ouverts pour elles. Ces mêmes crêtes forment les lignes naturelles de défense de notre territoire, et les opérations stratégiques de toutes les armées qui l'ont attaqué ou défendu s'y sont toujours coordonnées par la force même des choses.

Jamais cette vérité n'a été mise plus vivement en lumière que dans la mémorable campagne de 1814. Sur la crête la plus intérieure formée par le terrain tertiaire, ou tout près d'elle, se trouvent les champs de bataille de Montereau, de Nogent, de Sezanne, de Vauchamps, de Montmirail, de Champaubert, d'Épernay, de Craone, de Laon.

Sur la deuxième, formée par la craie, se trouvent Troyes, Brienne, Vitry-le-Français, Sainte-Menehould. Là aussi se trouve Valmy!

La troisième crête, beaucoup moins prononcée et plus inégale, présente cependant les défilés de l'Argonne.

Près de la quatrième ligne saillante, qui déjà appartient au terrain jurassique, se trouvent Bar-sur-Seine, Bar-sur-Aube, Bar-le-Duc, Ligny.

Près de la cinquième, qui est également jurassique, sont Châtillon-sur-Seine, Chaumont, Toul, Verdun.

La sixième, déjà un peu excentrique, est formée par les coteaux élevés qui dominent Nancy et Metz, et qui s'étendent sans interruption depuis Langres jusqu'à Longwy, Montmédy, et jusqu'aux environs de Mézières.

Paris est placé au milieu de cette sextuple circonvallation opposée aux incursions de l'Europe, et traversée par les vallées convergentes des rivières principales.

Vers le nord-est, la branche orientale du grand 8 jurassique ne se recourbe que souterrainement et cesse de saillir à la surface; aussi ne trouve-t-on plus dans cette direction les mêmes lignes *naturelles* de défense. Mais depuis longtemps on a senti la nécessité d'y suppléer par des *moyens artificiels*, et on a renforcé, par une triple ligne de places fortes, cette partie faible de nos frontières.

Du côté du nord-ouest, la ceinture jurassique s'interrompt; elle est coupée par les rivages de la Manche, qui empiètent sur le bassin septentrional. Des accidents locaux, auxquels le pays de Bray doit son existence, empêchent, en outre, sa structure de se bien développer de ce côté.

A l'ouest et au midi de Paris, les traits principaux de sa forme reparais-

sent, quoique moins prononcés que vers l'est. On les retrouve, en grande partie, dans la structure intérieure du sol; mais ils n'ont pas été mis aussi complétement à découvert par les phénomènes géologiques qui ont façonné la surface. Leur influence est, d'ailleurs, contre-balancée par certaines dispositions excentriques. Le calcaire grossier des environs de Paris reparaît aux environs de Rennes, de Machecoul et de Bordeaux, ce qui semble faire, du bassin de la Gironde, un appendice naturel de celui de la Seine. De plus, le grand plateau du terrain tertiaire moyen qui s'étend de la Beauce à la Bretagne et à la Gascogne semble être une plate-forme naturelle jetée sur tous les accidents intérieurs du sol pour rendre plus faciles les communications du centre parisien avec l'est et le sud-ouest.

On voit donc que l'emplacement de Paris avait été préparé par la nature, et que son rôle politique n'est, pour ainsi dire, qu'une conséquence de sa position. Les principaux cours d'eau de la partie septentrionale de la France convergent vers la contrée qu'il occupe, d'une manière qui nous paraîtrait bizarre si elle nous était moins utile et si nous y étions moins habitués. Enfin la nature, prodigue pour cette même partie de la France, l'a dotée d'un sol fertile et d'excellents matériaux de construction. Environnée de contrées beaucoup moins favorisées, telles que la Champagne, la Sologne, le Perche, elle forme au milieu d'elles comme une oasis. L'instinct qui a dicté à nos ancêtres le nom d'*Ile-de-France*, pour la province dont Paris était la capitale, résume d'une manière assez heureuse les circonstances géologiques de sa position.

Ce n'est donc ni au hasard ni à un caprice de la fortune que Paris doit sa splendeur, et ceux qui se sont étonnés de ne pas trouver la capitale de la France à Bourges ont montré qu'ils n'avaient étudié que d'une manière superficielle la structure de leur pays. Cette capitale n'a pris naissance et surtout n'a grandi, là où elle se trouve, que par l'effet de circonstances naturelles résultant, en principe, de la structure intérieure de notre sol. On en trouve le reflet dans le groupement des intérêts et des populations, de même qu'on voit la différence des climats influer sur les lois des différents peuples.

On peut même remarquer encore, à ce sujet, que les circonstances géologiques qui font, du lieu où se trouve Paris, l'emplacement naturel de la capitale de la France, ont en même temps favorisé l'extension de son influence en Europe. Comme, du côté du nord-est, la France, ainsi que nous

4.

le montrerons bientôt, n'a pas de frontières nettement déterminées, rien, de ce côté, ne limite complétement l'influence de Paris, et cette grande ville se trouve être, de fait, la capitale intellectuelle de vastes contrées qui s'étendent au loin vers le nord-est. Paris, placé vers le nord de la France, se trouve, autant que possible, au centre de son influence morale, qui est bien plus grande à Berlin qu'elle ne l'est au delà des Pyrénées.

Beaucoup d'autres circonstances, dans la structure de la France, se trouvent en harmonie, d'une manière singulière, avec les destinées de ses habitants, qui, bien analysées, en dérivent peut-être en grande partie.

La France présente sur une partie, mais sur une partie seulement, de son contour, des limites aussi naturelles que l'Espagne et l'Italie.

D'abord, la mer, de Dunkerque à Bayonne et de Port-Vendre à Antibes.

Entre les deux mers, les Pyrénées forment une barrière qui, couverte de glaces et de neiges une grande partie de l'année, est bien plus difficile à franchir que ne le serait une mer, et interrompent plus complétement les communications des hommes et même celles du climat.

Les Alpes, entre la Méditerranée et le lac de Genève, présentent une barrière analogue, quoique beaucoup plus large et, par suite, moins bien définie. Entre le lac de Genève et le Rhin, le Jura, malgré sa position oblique, offre quelque chose de semblable.

Ce n'est qu'entre le Jura et la mer du Nord qu'il n'y a réellement plus de limites naturelles.

Sur la carte, le Rhin en présente l'apparence; et ne pas lui accorder ce privilége à l'égal des Alpes et des Pyrénées, c'est presque choquer un préjugé national. Mais ce préjugé ne survivra pas aux circonstances qui font aujourd'hui, du Rhin, la position militaire la plus importante de l'Europe. Il s'effacera de lui-même lorsqu'une civilisation plus intelligente aura su s'affranchir de la triste nécessité d'employer quelquefois comme obstacles les plus heureuses dispositions de la nature.

Le Rhin, fleuve navigable, est destiné, comme la Seine elle-même, à réunir les populations qui couvrent ses rives bien plutôt qu'à les diviser. Par la navigation à la vapeur et les ponts en fil de fer, le Rhin deviendra de plus en plus un moyen d'union. La belle plaine qui s'étend de Bâle à Mayence sur les deux rives de ce fleuve, entre les Vosges et la Forêt-Noire, forme une région des plus naturelles; et faire une frontière poli-

tique du Rhin, qui la traverse dans sa longueur, c'est évidemment désunir ce que la nature avait uni.

Les Vosges et la Forêt-Noire, qui limitent naturellement cette plaine, fournissent pour la France deux barrières entre lesquelles on pourrait hésiter, mais dont aucune n'est assez élevée pour se faire respecter d'elle-même comme les Alpes et les Pyrénées.

Depuis les Vosges ou la Forêt-Noire jusqu'à la mer du Nord, on ne peut limiter la France que par une ligne arbitraire qui, de quelque manière qu'on la tire, coupe des régions naturelles; le Rhin lui-même, de Bingen à Cologne, sépare violemment en deux une région de roches schisteuses qui semblait destinée par la nature à rester toujours un tout unique.

La position qu'occupe, par rapport au cantonnement des populations européennes, la partie incertaine de nos frontières, mérite peut-être quelque attention. Les limites les mieux arrêtées de la France, celles de sa partie méridionale, la séparent des nations qui ont le plus de rapports naturels avec elle, à cause de l'origine latine ou celtique de leur civilisation et de leurs langues; et peut-être que, si ces barrières n'eussent pas existé, les Français, les Espagnols et les Italiens ne formeraient qu'une seule nation. Au contraire, les parties où les limites naturelles de la France sont les plus vagues sont celles où elle confine avec les peuples d'origine germanique, dont le contraste avec nous remonte à leurs anciennes migrations, bien plus qu'il ne dépend du territoire qu'ils habitent aujourd'hui. Cette disposition de son sol, par rapport à celui des nations voisines, rend la France essentiellement propre à jouer parmi elles le rôle principal, à une époque où l'un des premiers besoins de la civilisation est d'effacer les barrières qui séparent les nations germaniques et latines, et de fondre en une seule nation européenne les races de Japhet et de Sem qui se partagent le territoire de l'Europe.

Les belles voies de communication établies, sous l'empire, à travers la grande barrière Alpine, tendent sans doute à atténuer l'effet de cette limite naturelle; mais le vainqueur des Pyramides et de la Moskowa a surtout marqué son passage à travers l'Europe par le renversement des obstacles surannés qui, à défaut de limites naturelles, séparaient les nations. L'effet produit par ses victoires a bien plus effacé nos frontières artificielles du nord-est que la création des routes admirables du Simplon et du Mont-Cenis n'a aplani celles du sud-est; aussi, depuis lui, la France a fait corps par les mœurs avec toute la population allemande.

Mais, pour être apte à jouer complétement le rôle qui paraît lui être dévolu dans cette période de fusion générale, il était surtout important que la France présentât déjà elle-même une population devenue homogène, quoique formée par la fusion d'éléments analogues à ceux dont elle semble appelée à devenir le centre de réunion.

Or elle offre à la fois cet avantage par la diversité des races dont sa population s'est formée et par la disposition particulière que son territoire présente pour les fondre et les rendre uniformes.

La France, malgré la variété que présente son sol, ou plutôt à cause de la manière dont sont disposés les éléments de cette variété, est un des pays de la terre dont la population est le plus naturellement homogène ou, du moins, le mieux reliée dans toutes ses parties.

La disposition du terrain, dont ce qui précède donne déjà un aperçu, y atténue, autant que possible, la diversité des climats; et, si la France doit à la forme de son territoire certains désavantages, elle lui doit, d'un autre côté, des avantages marqués que nous allons essayer de faire sentir.

La France, dans ses limites naturelles, autant du moins qu'elle en possède, approche de la forme d'un carré dont les côtés seraient orientés suivant les parallèles et les méridiens. Sa partie méridionale surtout est bien encadrée dans cette forme. De Bayonne à Antibes, la ligne des Pyrénées et des rivages de la Méditerranée lui offre une limite dirigée à peu près de l'est à l'ouest. Les rivages du golfe de Gascogne et la ligne des Alpes et du Jura lui donnent, à l'est et à l'ouest, deux limites presque nord-sud. Ces limites régulières ne s'effacent que vers le nord, où la pointe basse de la Bretagne semble aller se perdre dans les flots de l'Océan, et où la nature a laissé indéterminée la limite de la France du côté de la Belgique.

La France, dans sa partie septentrionale, s'associe même complétement aux parties adjacentes de l'Europe. Les montagnes de grès des Vosges se continuent dans la Bavière rhénane jusqu'au pied du Mont-Tonnerre; les plateaux calcaires du département de la Moselle se prolongent dans le Luxembourg; l'Ardenne française fait corps avec l'Ardenne belge; la Flandre française se confond, par la nature de son sol comme par le langage de ses habitants, avec les pays flamands, et fait déjà partie des Pays-Bas. La France et l'Angleterre présentent, le long de la Manche, ainsi que l'avait si justement remarqué Guettard, des côtes dont les diverses parties se correspondent réciproquement comme les deux rives d'un fleuve; et la saillie

que forme la Bretagne au milieu de l'Océan est la compagne et l'émule des saillies analogues du Cornouaille et du sud-ouest de l'Irlande, contrées dont les habitants ressemblent aux Bas-Bretons par les restes d'un langage semblable, gage d'une origine commune. Mais, de ce côté encore, des populations d'origine commune sont séparées par d'assez vastes mers, tandis que, vers le nord-est, des populations d'origines diverses ne sont séparées, ainsi qu'on l'a vu plus haut, par aucune limite naturelle.

La partie méridionale de la France s'accommode d'autant mieux à l'assiette rectangulaire que la nature lui a préparée, que la disposition de ses limites se trouve répétée par des accidents de l'intérieur qui sont dans un rapport direct avec la forme et la disposition de notre grand 8 jurassique. Deux lignes de dépressions, devenues de grandes voies de communication, s'étendent du nord au sud, en embrassant, à droite et à gauche, notre figure emblématique, l'une en suivant, de Châlons à la Méditerranée, les vallées de la Saône et du Rhône, l'autre en allant d'Alençon à Bordeaux par Tours et Poitiers, au milieu d'une série de contrées basses et fertiles, en laissant d'un côté les collines boisées de la Mayenne et de la Vendée, et de l'autre les terres élevées du Perche, les terres infertiles de la Sologne et les collines granitiques du Limousin.

Ces deux grandes lignes sont reliées dans le midi par une suite de contrées basses et fertiles qui bordent la Méditerranée et le canal des deux mers, contrées qui offrent aussi une des lignes de communication les plus fréquentées de la France. Ces trois grandes lignes environnent de trois côtés le massif de terres élevées qu'enveloppe la boucle inférieure de la ceinture jurassique. Ce massif, en ne le considérant que sous le rapport de la hauteur, est nettement circonscrit vers le midi, l'est et l'ouest; mais ses limites deviennent peu distinctes vers le nord, comme cela arrive à la plupart des traits du territoire français, qui, vers le nord, se fond lui-même, d'une manière presque insensible, avec la masse de l'Europe.

La vallée de la Limagne d'Auvergne, arrosée par l'Allier, forme, au milieu du massif de la France centrale, une grande entrée dirigée encore du nord au sud, mais qui s'y termine en cul-de-sac sans le traverser.

Les grandes coupures où coulent le Lot et le Tarn en sillonnent aussi une partie de l'est à l'ouest, mais ne le traversent de même qu'en partie. Dans l'intérieur de la France, bien peu de grands traits du sol courent

obliquement du sud-ouest au nord-est et du sud-est au nord-ouest. La vallée de la Seine affecte, à la vérité, cette dernière direction; mais elle n'a qu'une importance bien secondaire, comparativement aux grands traits signalés précédemment.

Les terres élevées, circonscrites par les grandes lignes que nous venons d'indiquer, constituent, avec le bassin du nord, le noyau de la France, auquel tout le reste se rattache sous forme d'appendices.

C'est la réunion de ces terres élevées du midi avec les plaines du nord qui présente ce caractère d'homogénéité de climat dont toute la France ressent l'influence, et qui fait que la nation française est une des plus grandes réunions d'hommes d'une complexion analogue.

L'unité de la France est due, en grande partie, à ce que le noyau montagneux du midi, à cause de son élévation, est beaucoup plus froid, proportionnellement à sa latitude, que le bassin du nord; d'où il résulte qu'abstraction faite de la Gascogne et du littoral de la Méditerranée, le sol de la France présente, jusqu'à un certain point, dans tous les départements, la même température moyenne.

Si les relations de hauteur dont nous venons de parler étaient renversées, si les terres basses du nord de la France étaient portées au centre et que les terres élevées du centre fussent portées au nord, la France serait partagée entre deux nations presque distinctes, comme la Grande-Bretagne entre les Anglais et les Écossais.

La Gascogne et le littoral de la Méditerranée sont les deux exceptions les plus notables qu'on puisse citer aux observations générales qui viennent d'être présentées; aussi remarque-t-on que les noms de *Gascons* et de *Méridionaux* désignent les distinctions les plus tranchées qu'on puisse signaler parmi les Français.

Les circonstances que nous venons de faire ressortir dans la configuration du sol de la France sont d'autant plus propres à établir une certaine harmonie entre la France et le reste de l'Europe, qu'elles se reproduisent, jusqu'à un certain point, dans l'Europe considérée en masse. Elles ne sont qu'une partie et, en quelque sorte, un abrégé de circonstances plus générales que présente l'ensemble du continent européen, et qui, sans aucun doute, ont eu beaucoup d'influence sur les destinées des peuples qui l'habitent.

L'Europe, de Moscou en Portugal, forme une grande pointe entre deux mers, de caractères très-différents. D'un côté, le vaste Océan, pittoresque sous d'autres climats, présente, sur ses rivages européens, et particulièrement sur les bords de l'Europe continentale, un grand caractère de monotonie. Sa profondeur s'atténue par degrés en approchant des côtes, qui toutes sont bordées par des eaux peu profondes et qui, ne s'élevant qu'à de faibles hauteurs au-dessus de leur surface, n'offrent de pittoresque qu'un petit nombre de localités en miniature. Tel est surtout le caractère des côtes de la France, de la Hollande, de l'Allemagne, depuis la Bidassoa jusqu'à l'Elbe.

L'autre mer, la Méditerranée, mer de Virgile et d'Homère, quoique moins grande, quoique privée du mouvement des marées, est bien plus poétique et bien plus pittoresque. Plus profonde que ne l'est l'Océan dans le voisinage des côtes de l'Europe, bordée de bien plus près par de hautes chaînes de montagnes qui viennent de toutes parts se réfléchir dans ses eaux et accidenter ses rivages, la Méditerranée, découpée par des échancrures profondes et par des pointes saillantes qui se prolongent au loin dans ses eaux, présente des aspects éminemment variés, qui contrastent fortement avec la monotonie de l'Océan.

Placée entre ces deux mers, baignée par leurs eaux, formant entre elles une digue naturelle qui n'a été ouverte que par l'art de ses ingénieurs, la France participe, par les formes de son territoire, aux caractères opposés de leurs rivages. Plat, uni, monotone vers le nord et vers l'ouest, son sol s'élève et s'accidente en s'avançant vers le sud et vers l'est, c'est-à-dire en s'approchant des bords de la Méditerranée.

Les formations géologiques les plus diverses se plient à ces caractères contrastants du nord-ouest et du sud-est de la France. Les alluvions de la Flandre, les craies et les dépôts tertiaires de la Normandie et de l'Ile-de-France, les terrains anciens de la Bretagne, présentent des formes presque également plates, qui ne prennent que dans les détails topographiques les caractères variés inhérents à leur nature. Dans le sud-est, au contraire, les terrains primitifs, secondaires et tertiaires, affectent presque également, chacun à leur manière, ces formes brisées et souvent déchiquetées, aussi essentielles au pittoresque de paysage qu'hostiles aux voies de communication.

Une cause géologique, aujourd'hui bien connue, la nouveauté compa-

rative des soulèvements du sud-est de la France, opposée à l'ancienneté des soulèvements les plus apparents dans le nord-ouest, détermine cette différence entre les caractères des deux extrémités du royaume; mais, pour faire concevoir à nos lecteurs cette manière d'expliquer la structure du sol de la France, dont nous avons essayé d'esquisser les formes extérieures dans ce qu'elles ont de plus remarquable, il devient nécessaire que nous entrions dans quelques détails sur la nature des matériaux dont l'écorce terrestre se compose, et sur les lois de leur disposition. Déjà, peut-être, l'explication de quelques termes géologiques répandus dans les pages précédentes se sera-t-elle fait trop attendre; et il est d'autant plus nécessaire que nous ne laissions, à cet égard, aucune obscurité dans l'esprit de nos lecteurs, que le plan que nous suivrons pour faire connaître la composition du sol de la France sera basé sur les rapports qui existent entre ses formes extérieures et sa structure intérieure.

APERÇU GÉNÉRAL DE LA STRUCTURE DE L'ÉCORCE TERRESTRE ET DE LA DISPOSITION DES TERRAINS QUI LA COMPOSENT.

Le globe, ainsi que nous l'avons déjà rappelé, présente, sur toute sa surface, des matériaux plus ou moins durs, plus ou moins résistants, auxquels on a donné le nom de *roches*. Dans les pays de plaines, les roches sont souvent cachées sous une couche de terre végétale ou de sable de transport; mais, dès que le sol présente des accidents, dès que quelques collines s'élèvent au-dessus de son niveau général, on voit des roches saillir à travers la terre végétale, et dévoiler par leur présence la constitution géologique de la contrée. Telles sont les collines de Montmartre, de Meudon, du Mont-Valérien, qui dominent la vallée de la Seine à sa sortie de Paris. Les roches dont elles sont composées se montrent dans tous les ravins qui sillonnent ces collines, et, comme nous l'avons déjà remarqué, la bonté des matériaux qu'elles fournissent pour les constructions a, sans doute, contribué pour beaucoup à l'accroissement qu'a pris par degrés l'ancienne Lutèce; car, dans aucun autre point du cours de la Seine, ne se trouvent réunies la pierre à chaux, la pierre à plâtre, la terre à brique et les pierres de taille, comme cela a lieu dans le bassin de Paris.

L'examen de ces collines apprend bientôt au visiteur attentif que ces

matériaux y sont distribués d'une manière régulière. Ainsi la pierre à plâtre, exploitée principalement dans la butte Montmartre, forme des masses plates continues ou *couches*, qui se trouvent à la même hauteur, et avec une épaisseur constante, dans les nombreuses carrières de ce grand chantier d'approvisionnement de Paris.

Dans la butte Chaumont et le Mont-Valérien, qui fournissent également de la pierre à plâtre, cette roche se montre au même niveau et avec la même disposition.

Définition des mots *roches* et *terrains*.

Le calcaire grossier exploité au pied de Meudon et dans les carrières de Vaugirard, soit comme moellons ou comme pierres de taille, offre une régularité non moins remarquable; on voit, dans les nombreuses exploitations ouvertes sur cette partie de la rive gauche de la Seine, les mêmes couches se représenter avec des caractères identiques: il en résulte que chacune d'elles est employée constamment aux mêmes usages, et qu'on distingue avec soin les couches de liais, qui fournissent les pierres pour le dallage, de celles qui donnent le moellon, ou les pierres d'appareils destinés à la construction des nombreux édifices de Paris. Ces différents bancs sont placés partout dans le même ordre: ils sont séparés par des lits continus de marne, d'argile ou de pierres tendres qui, se délitant à l'air, ne sauraient être employées dans les constructions; chacune de ces couches occupe une position déterminée, et les ouvriers les désignent par des noms particuliers: ces différentes couches, liées ensemble par une régularité de succession si remarquable et formées dans les mêmes conditions, constituent ce qu'on appelle un *terrain*; et l'on dit le *terrain de pierre à plâtre*, le *terrain de calcaire grossier*. L'expression de terrain implique donc toujours une idée d'ensemble; elle est opposée à celle de *roche*, qui s'applique, au contraire, à la matière homogène de chaque couche prise isolément.

La succession régulière des couches que nous venons d'indiquer, dans le terrain de calcaire grossier ou de pierre à plâtre, n'est pas le seul fait remarquable qu'on y observe tout d'abord; bientôt on reconnaît que certaines couches contiennent des galets, des coquilles fossiles, des débris de plantes et même des ossements d'animaux.

Cette réunion des corps organisés et des matériaux de transport montre, avec la dernière évidence, que ces couches ont été formées sous l'eau, qu'elles s'y sont déposées successivement par voie de transport et de sédiment.

Les terrains qui présentent ces caractères sont constamment formés de couches distinctes, dont chacune conserve une épaisseur sensiblement uniforme sur une grande étendue.

De la stratification et des terrains stratifiés.

Cette disposition particulière des masses minérales est désignée sous le nom de stratification, et les terrains formés de pareilles couches sont appelés *terrains stratifiés* ou *terrains de sédiment.*

Des terrains non stratifiés.

Les terrains déposés par la voie neptunienne occupent une grande partie de la surface de la terre, mais il s'en faut de beaucoup qu'ils la constituent dans son entier. On y observe des masses immenses de roches, remarquables par l'élévation de leurs saillies et l'âpreté de leurs contours, qui sortent de dessous les terrains stratifiés et semblent former les fondements et les lignes principales de l'édifice géologique : ces masses, composées entièrement de roches cristallines, dénuées de toutes traces de stratification, susceptibles d'entrer en fusion assez facilement, sont, suivant l'expression de Buffon, formées de matières vitrescibles; elles paraissent, comme le croyait ce grand naturaliste, avoir été fondues et s'être solidifiées par un refroidissement lent et successif qui, tout en permettant à leurs particules de s'agréger en cristaux distincts, les a cependant soudées ensemble. Ces roches se sont donc prises en masse et ont cristallisé lentement, à peu près comme cela aurait lieu si on laissait refroidir la matière fondue dans un pot de verrerie. Les terrains refroidis par cette voie ne présentant plus, en général, la division par couches, la *structure stratifiée* des terrains d'origine neptunienne, on les désigne sous le nom de *terrains en masses* ou de *roches non stratifiées.*

Outre les deux grandes classes de terrains que nous venons d'indiquer, on distingue encore en géologie les *terrains d'alluvion* ou *de transport,* et les *terrains volcaniques:* ces deux derniers ordres de terrains ne jouent, du reste, que des rôles bien secondaires dans la constitution générale du globe.

Des terrains d'alluvion.

Les terrains *d'alluvion* ou *de transport* sont formés par l'accumulation des débris de roches que les eaux ont abandonnés en ralentissant leur cours dans les plaines ou dans de larges vallées; ils ont, par conséquent, une grande analogie, mais aussi d'assez notables différences, avec les autres terrains de sédiment déposés, pour la plupart, dans des masses d'eau permanentes, telles que des mers et des lacs. Ils possèdent une stratification grossière, due à un certain triage, par ordre de grosseur, des matériaux qui

entrent dans leur composition; mais ce qui les en distingue principalement, c'est que ces matériaux sont rarement agglutinés par un ciment quelconque: ils sont ordinairement sans adhérence, ou *meubles*.

Les terrains d'alluvion existent principalement dans le fond des vallées; ils occupent quelquefois des espaces considérables, comme dans la vallée du Rhin, dans les plaines des Bouches-du-Rhône: néanmoins ils ne recouvrent, du moins avec une épaisseur notable, qu'une faible partie de la surface du globe. Les dépôts tourbeux appartiennent à l'époque la plus moderne de cette formation.

Des terrains volcaniques.

Les terrains volcaniques, quoique formés en grande partie de nappes assez minces étendues les unes sur les autres, ne présentent cependant pas de stratification comparable à celle des terrains de sédiment; leur origine n'est pas non plus complétement analogue à celle des roches non stratifiées les plus généralement répandues, quoique d'une origine également ignée. Les causes qui les produisent, les lois qui régissent leur épanchement, ne sont pas identiques; et même les roches qui constituent ces deux classes de terrains sont différentes par leur texture et leur composition.

L'arrivée au jour des grandes masses de roches cristallines est due, au moins en grande partie, à un phénomène général qui, chaque fois qu'il se reproduit, s'étend sur une portion considérable de la surface de la terre, le long d'une zone qui l'embrasse suivant la moitié d'un de ses grands cercles. La masse liquide qui occupe l'intérieur du globe éprouve un retrait graduel par suite de son refroidissement progressif. La croûte solide, forcée par son propre poids de suivre ce mouvement interne, s'écrase sur elle-même, produit une ride à la surface de la terre, et, réagissant sur la matière pâteuse située au-dessous d'elle, force une partie de cette dernière à s'élever en formant les axes d'un système de chaînes de montagnes.

Les volcans, au contraire, quoique fréquemment alignés, sont en partie indépendants les uns des autres, et leurs éruptions ne sont pas soumises au grand phénomène d'équilibre que nous venons d'indiquer: c'est ainsi que le volcan de Stromboli, situé dans la mer de Sicile, qui présente des éruptions périodiques, dont l'énergie varie avec la pression barométrique, n'est nullement influencé par les phénomènes volcaniques de l'Etna, qui, dans son voisinage, se développent quelquefois sur une si grande échelle. Les coulées de lave, étroites et minces, épanchées à la surface de la terre à l'état liquide,



diffèrent, en outre, essentiellement, par tous leurs caractères, des roches cristallines, telles que les granites et les porphyres.

Les volcans permanents complétement caractérisés sont extrêmement clair-semés sur la surface du globe, puisque (abstraction faite de l'Islande) l'Europe, criblée autrefois par des milliers d'éruptions de granites, de porphyres et d'autres roches cristallines, n'en compte que trois complétement caractérisés : l'Etna, le Vésuve et Stromboli, qui sont réunis dans un coin de la Méditerranée. Les volcans récents, éteints, dont l'existence n'a été qu'éphémère, forment eux-mêmes des points isolés à la surface du globe, et leurs produits ne recouvrent que des espaces très-circonscrits.

La croûte extérieure du globe est donc presque exclusivement le résultat de la solidification par refroidissement des terrains cristallins, de leur surgissement et du dépôt des terrains de sédiment. C'est une sorte de tissu dont les terrains stratifiés représentent la chaîne, et les terrains non stratifiés la trame.

Phénomènes qui ont accompagné l'arrivée au jour des roches non stratifiées.

Les terrains cristallins ont formé, dès l'origine du globe, ainsi que nous l'avons déjà énoncé, la croûte extérieure de sa masse générale. Les terrains de sédiment, dont le dépôt n'a pu commencer qu'à partir de cette première époque, présenteraient une chaîne continue dans toute l'étendue de leur formation, si l'action ignée n'avait elle-même continué à agir. Mais le repos de l'action ignée n'a jamais été qu'apparent, et, chaque fois que l'équilibre de la voûte formée par l'écorce du globe a été dérangé, ses effets se sont fait sentir à la surface de la terre, et de nouvelles roches cristallines y ont apparu. Leur arrivée au jour n'a que rarement été un fait isolé; elle s'est propagée, chaque fois, suivant une zone qui a traversé la surface du globe dans une grande étendue, de sorte que le trouble qui en est résulté s'est fait sentir au loin, et a donné lieu à des phénomènes qui ont modifié les formes de la terre sur une portion considérable de sa superficie, et qui ont exercé une influence considérable sur le dépôt ultérieur des sédiments.

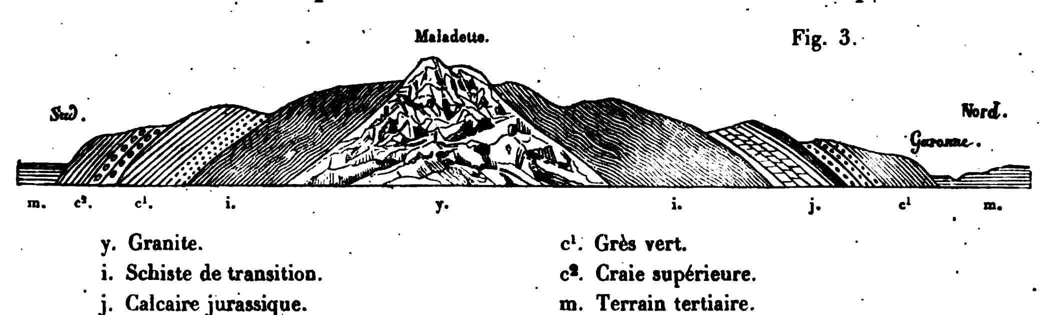
Le premier effet de chaque paroxysme de l'action ignée a consisté dans la sortie de matières demi-pâteuses qui se sont élevées sous forme de crêtes à bases plus ou moins larges, lesquelles ont donné naissance aux chaînes de montagnes. Les Pyrénées donnent une idée très-nette de ce mode de formation des montagnes; la régularité dans leur direction et leur épaisseur s'accorde parfaitement avec ce qui aurait lieu si un mur de quatre-vingts

lieues de long et d'une hauteur correspondante s'élevait tout construit au milieu d'un pays de plaines. On conçoit qu'un semblable surgissement, se faisant au milieu d'un sol résistant, doit avoir eu pour conséquence de le *relever* ou de le *soulever*. Ces soulèvements forment le second ordre de phénomènes, qui se sont développés à chaque nouvelle apparition de roches de cristallisation.

Lorsque l'intercalation des roches nouvelles s'est faite au milieu de terrains de cristallisation, on ne peut complétement apprécier, au premier abord, le désordre qui en est résulté; mais, quand l'intercalation s'est faite au milieu de terrains stratifiés, ce désordre est toujours apparent : les couches soulevées par les masses pâteuses qui surgissaient de l'intérieur de la terre se sont d'abord ployées sur ces masses, de sorte que, de plates et horizontales qu'elles étaient, elles sont devenues courbes et inclinées; puis, lorsque la masse affluente a été trop considérable pour se borner à ployer seulement les couches de sédiment, elle les a déchirées, elle y a fait naître une échancrure, une espèce de boutonnière, s'il est possible de se servir de cette expression, à travers laquelle la masse ignée est alors sortie en forçant les couches préexistantes à s'appuyer sur elle à la manière d'une planche qui, fixée à une de ses extrémités par une charnière, serait soulevée à l'autre extrémité par une force supérieure à l'action de la pesanteur. Cette théorie de la formation des montagnes, qui rend compte de tous les phénomènes qu'on y observe, s'appuie sur la supposition que les couches de sédiment ont dû se déposer horizontalement. Nous dirons bientôt quelques mots sur cette loi importante, quoique, dans cet aperçu succinct, nous nous proposions seulement d'exposer les principaux phénomènes géologiques, sans indiquer complétement les observations qui en fournissent les preuves.

La chaîne des Pyrénées, que nous avons citée, il y a quelques instants, comme un exemple de la direction en ligne droite, offre également un exemple fort remarquable de la disposition relative des masses non stratifiées et des terrains de sédiment. Le granite, ainsi que l'indique la figure placée quelques lignes plus bas, en occupe l'axe principal sur une grande partie de sa longueur, et forme les sommités saillantes des hautes Pyrénées, notamment celles de la Maladette, située à l'origine de la vallée de la Garonne. Les terrains de sédiment, qui appartiennent à trois ordres de terrains différents, se relèvent de chaque côté de la chaîne, ainsi

que l'indique la figure ci-jointe; de sorte qu'en France l'inclinaison des couches est vers le nord, tandis qu'en Espagne elles plongent vers le sud. On trouve en outre, sur quelques sommets, de petits chapeaux de terrains de sédiment qui rétablissent, pour ainsi dire, la continuité des terrains, et montrent leur état primitif en reliant ensemble les couches analogues situées sur les deux versants de la chaîne. Le pic d'Anis, les montagnes de Lestibet et plusieurs autres, recouvertes d'une couche peu épaisse de calcaire contenant des coquilles fossiles, en fournissent des exemples.



y. Granite.
i. Schiste de transition.
j. Calcaire jurassique.
c¹. Grès vert.
c². Craie supérieure.
m. Terrain tertiaire.

Des vallées. Le même mouvement qui a déchiré, de l'est à l'ouest, les terrains de sédiment des Pyrénées, a également occasionné des fissures perpendiculaires à cette direction, et a donné naissance aux nombreuses vallées transversales qui sillonnent cette chaîne. Ce même phénomène s'est reproduit dans les Alpes, et, en général, dans toutes les chaînes de montagnes. L'ouverture de la plupart des vallées est donc le résultat immédiat de l'élévation des masses de roches cristallines non stratifiées. Quelques vallées, cependant, ont été creusées uniquement par des courants d'eau qui ont sillonné à diverses époques la surface du globe, et toutes ont été agrandies par cette cause encore agissante. Ces vallées, dues à la seule action des eaux, et qu'on appelle *vallées d'érosion*, sont en général moins spacieuses que les vallées *de déchirement;* elles s'en distinguent surtout par leurs formes. Les vallées d'érosion, presque toujours larges, peu accidentées, sont entourées de coteaux à pentes arrondies, tandis que les vallées de déchirement, profondes et étroites, sont souvent surmontées de roches à pic, qui portent leur tête altière jusque dans les nuages : telles sont les vallées des Alpes aux formes hardies et sauvages. La rapidité de leurs pentes, l'inégalité de leur sol produisent ces belles cascades et ces mouvements si pittoresques qui commandent l'admiration.

Les deux classes principales de terrains dont nous avons parlé, les terrains stratifiés et les terrains non stratifiés, résultent généralement de phénomènes neptuniens ou plutoniques indépendants les uns des autres. Cependant on conçoit que ces phénomènes ont pu exercer successivement leur influence sur les mêmes masses.

Des roches métamorphiques.

De là sont, en effet, résultés des terrains ambigus, qui, étant à la fois stratifiés et cristallins, se liant en même temps aux dépôts les plus évidemment sédimentaires et aux masses cristallines d'origine éruptive, ont été, parmi les géologues, le texte de longues discussions. Ils ont fourni de nombreux arguments pour classer les granites parmi les roches neptuniennes, jusqu'à ce qu'on ait compris que de grandes masses de terrains pouvaient conserver, dans leur stratification, des traces d'un premier dépôt sous les eaux, et avoir subi ensuite, par l'influence de la chaleur et de certains agents chimiques, un changement dans leur état cristallin et même dans leur composition. Ces altérations, qui n'ont pas nécessité une fusion complète, et qui ont laissé subsister la stratification, ont reçu, depuis quelques années, le nom de *métamorphisme*. Les roches métamorphiques passent, d'une manière insensible, aux roches sédimentaires non altérées. Quelquefois ce sont des couches de grès qui ont été transformées en quartzites d'apparence cristalline : les défilés du grand et du petit Saint-Bernard, dont les roches possèdent la propriété singulière de se casser en fragments prismatiques, la montagne du Roule près Cherbourg, les montagnes d'Arrée dans la Bretagne, nous offrent des exemples remarquables de cette altération. Le schiste ardoisier, que sa fissilité extraordinaire permet de diviser en plaques minces et unies, doit également cette propriété, si utile à l'industrie, à une altération qu'il a éprouvée dans sa structure par un changement moléculaire postérieur à son dépôt. Cette disposition schisteuse n'est pas, comme on le croit assez généralement, le résultat d'un dépôt par couches minces, quoique le schiste ardoisier soit rangé avec raison dans les terrains de sédiment; mais les lits des couches sont souvent obliques aux plans de fissilité de l'ardoise, de sorte qu'on reconnaît que la structure de cette roche a été soumise successivement à deux causes différentes. La première, sédimentaire, a déposé la roche par couches plus ou moins épaisses; la seconde, dérivant plus ou moins directement de phénomènes ignés, a permis aux molécules de s'associer différemment, et lui a communiqué un état à la fois cristallin et fissile.

Souvent l'altération des roches sédimentaires, par l'action de la chaleur ou par celle de divers autres agents, a été bien plus profonde que dans les ardoises. Elles ont alors pris une texture complétement cristalline, et ne se distinguent des roches de cristallisation, d'origine éruptive, que par les traces de stratification qu'elles conservent : telle est l'origine des micaschistes, du schiste talqueux, du calcaire saccharoïde et souvent même du gneiss.

L'altération des roches s'est reproduite dans les terrains de tous les âges ; mais elle est cependant beaucoup plus fréquente dans les terrains stratifiés les plus anciens. Cette circonstance est facile à concevoir. Nous avons déjà rappelé que notre globe possède une chaleur propre, à l'existence de laquelle se rattache l'origine de toutes les roches éruptives : cette chaleur intérieure a été aussi la cause première de la texture cristalline qu'ont prise très-fréquemment, par *métamorphisme*, les dépôts stratifiés les plus anciens. La première couche de matières solides, qui s'est formée par refroidissement sur la surface du globe d'abord complétement en fusion, a dû, même lorsqu'elle était encore très-mince, permettre aux vapeurs qui entouraient notre planète de se condenser sous forme d'eau. Constamment réunies, depuis lors, dans les cavités plus ou moins profondes que la surface de la terre a pu présenter, elles ont formé les mers et les lacs dans lesquels les terrains de sédiment se sont déposés. Les roches ignées ont donc été presque partout recouvertes par les couches formées par la voie neptunienne ; mais comme, lors du dépôt des couches sédimentaires les plus anciennes, la croûte solidifiée du globe n'était encore que fort peu épaisse, celles-ci ont été pendant très-longtemps exposées à un flux de chaleur très-intense qui a communiqué à toute la partie inférieure de leur masse une très-haute température, sous l'influence de laquelle leurs molécules ont pu se grouper sous forme cristalline.

De là il résulte que les roches stratifiées, devenues cristallines par le phénomène du métamorphisme, se trouvent à la base des terrains stratifiés non altérés qui couvrent une grande partie de la surface du globe, et qui reposent tantôt sur des roches cristallines non stratifiées, tantôt sur des roches cristallines stratifiées d'origine métamorphique. C'est là la position relative la plus habituelle des deux classes de roches dont nous venons de parler. Cette position, jointe à la circonstance inhérente à la formation des roches cristallines de ne contenir aucuns restes organisés, les a fait désigner sous le nom de *roches primitives*, et, par suite, les terrains qui les renferment sont appelés *terrains primitifs* ou *primordiaux*. Cette dénomina-

tion, vraie dans une certaine acception, est cependant en opposition avec les découvertes fondamentales de la géologie moderne, lesquelles montrent que l'action ignée est continue, et que des roches de cet ordre se sont produites à toutes les époques de la formation de notre globe. On paraît, en conséquence, s'accorder maintenant à donner aux terrains qui en sont composés le nom de *terrains cristallisés*.

Les altérations que les dépôts sédimentaires ont éprouvées de la part des roches d'origine éruptive ne se sont pas bornées à des bouleversements et à des changements de texture moléculaire; souvent de nouveaux principes y ont été introduits. Quelquefois ces nouveaux principes, se répandant dans toute la masse, en ont changé la nature : ainsi, des masses calcaires ont été transformées en gypse ou en dolomie par l'introduction de l'acide sulfurique ou de la magnésie; d'autres fois, ces matières adventives, au lieu de se répandre dans la masse entière du terrain pénétré, se sont concentrées dans les fentes qu'il présentait. Telle est l'origine des filons dans lesquels se trouvent un grand nombre de minéraux cristallisés, et qui forment le gisement le plus habituel des métaux.

Les filons sont des fentes ou des cavités irrégulières remplies après coup. Des filons.

Le remplissage ne s'est pas toujours opéré de la même manière.

Quelques filons métalliques ont été remplis de matières fondues qui y ont été injectées, et en cela ils ressemblent aux filons de basalte ou de porphyre.

D'autres filons paraissent avoir été remplis par des matières sublimées ou entraînées par un courant gazeux.

D'autres, enfin, et la plupart des filons métalliques sont dans ce dernier cas, paraissent avoir été remplis par des matières tenues en dissolution dans des eaux qui peut-être étaient à une haute température.

Les filons se trouvent généralement près des lignes de contact des roches stratifiées et des roches non stratifiées qui les ont pénétrées; et telle est aussi la position la plus habituelle des sources thermales, qui, de nos jours, déposent encore assez fréquemment diverses substances pierreuses ou métalliques dans les canaux qu'elles parcourent.

Ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer plus haut, l'arrivée au jour des roches non stratifiées, qui, surtout dans les périodes modernes de l'histoire du globe, a eu lieu le plus souvent à l'état pâteux, quelquefois à un état complet de solidité, n'a pu manquer d'interrompre brusquement le dépôt



tranquille des terrains de sédiment. Ce n'est que lorsque le trouble a cessé, quand l'équilibre entre les forces qui agissent extérieurement et intérieurement sur la croûte du globe a été rétabli, que les causes sédimentaires ont repris leur cours régulier, et que de nouveaux dépôts stratifiés se sont formés dans de nouvelles mers: car la forme des continents a changé à chacune de ces phases de la formation de la terre.

Les couches de transport et de sédiment, déposées entre deux révolutions successives, sont liées entre elles par des relations intimes qui en font un tout complet qu'on ne saurait désunir. On a désigné ces ensembles de couches par l'expression de *terrain*, que nous avons déjà fait connaître. On leur applique également le nom de *formation*, de sorte que, dans le langage géologique, les mots terrain et formation sont à peu près synonymes, et qu'on dit presque indistinctement *terrain houiller* et *formation houillère*. Toutefois, le mot terrain indique plutôt une composition uniforme, et celui de formation, une origine pareille et simultanée.

Principes sur lesquels sont fondées les divisions des terrains.

Plusieurs considérations nous fournissent les moyens d'apprécier ces divisions naturelles par terrains ou formations; les principales sont :

1° La différence de stratification;

2° Le retour périodique des couches de transport violent et de sédiment tranquille;

3° La nature des fossiles que l'on trouve disséminés au milieu des couches.

La différence de stratification consiste le plus souvent dans l'inclinaison des couches d'un terrain de sédiment, par rapport aux couches des terrains de sédiment qui lui sont contiguës; elle se manifeste aussi, en beaucoup de cas, par la direction particulière qu'affectent de préférence les couches de chacun de ces terrains lorsqu'elles sont inclinées. Il ne sera peut-être pas inutile d'entrer dans quelques détails sommaires pour donner une idée claire de cette base fondamentale, sur laquelle est fondée la distinction des formations.

Nous avons dit que les roches non stratifiées, en surgissant de l'intérieur de la terre, poussaient devant elles et soulevaient le sol au milieu duquel elles se faisaient jour. Lorsque ce sol est composé de terrains stratifiés, les couches, d'abord déposées horizontalement, sont relevées sous des angles plus ou moins grands. Ces couches relevées deviennent les rivages des nouvelles mers, dans lesquelles de nouveaux dépôts se forment dès que la tranquillité est rétablie sur le globe, et que les forces sédimentaires ont repris

leur cours. Les nouvelles couches se déposent horizontalement sur les couches relevées, et présentent, par suite, la différence de stratification indiquée dans la figure ci-contre, dans laquelle les couches du terrain B s'appuient sur celles du terrain A.

Fig. 4.



G. Granite. A, B. Terrains stratifiés.

Un second épanchement de roches granitoïdes relèverait à la fois les terrains A et B; et, si un troisième terrain C venait à se déposer, ses couches s'appuieraient horizontalement sur les couches redressées de B.

Lorsqu'un terrain stratifié a été déposé sur un autre en stratification discordante, que ses couches ont plus tard été redressées à leur tour, les deux séries de couches présentent ordinairement des directions différentes, c'est-à-dire que l'intersection des couches de ces terrains avec l'horizon donne des lignes faisant entre elles un angle plus ou moins ouvert, mais qui, généralement, est constant en moyenne sur une grande étendue de pays. Cette loi de la direction des couches permet quelquefois de reconnaître, par le seul emploi de la boussole, l'âge géologique de terrains très-accidentés, dans des localités où l'absence de fossiles et la non-existence de plusieurs formations ôtent tout autre moyen de le déterminer : elle provient de cette circonstance, déjà énoncée précédemment, que les rides ou les fissures à travers lesquelles sont sorties, à une même époque, les roches de cristallisation, sont parallèles, et forment par leur ensemble une zone qui traverse une partie considérable de la surface du globe, de manière que les chaînes de montagnes d'une même époque sont généralement parallèles entre elles.

Comme les chaînes, en se soulevant, ont forcé les terrains de sédiment à se relever sur leurs pentes, il en résulte qu'elles leur ont imposé par ce seul fait leur propre direction. Ainsi, à chaque époque de soulèvement de roches cristallines, ou à chaque interruption que présente la série des dépôts stratifiés, correspond un système de montagnes caractérisé par une direction particulière des couches redressées. Lorsque deux systèmes de montagnes dont l'âge n'est pas identique affectent des directions semblables

ou peu différentes, ils appartiennent toujours à des périodes géologiques très-éloignées. Jusqu'à présent, l'auteur de cette découverte a signalé [1] en Europe douze systèmes de soulèvement correspondant à douze des intervalles de la série des terrains stratifiés. La direction de chacun de ces systèmes et les époques auxquelles ils se sont développés sont indiqués dans le tableau général inséré ci-après, page 58.

Preuves du dépôt en couches horizontales des terrains de sédiment.

L'importance de la distinction établie entre les terrains sédimentaires, d'après la discordance de la stratification, repose sur la supposition que les couches de sédiment ont dû être déposées dans une position horizontale, et que toutes celles que l'on trouve inclinées sous des angles un peu prononcés ont été relevées par une action postérieure. De Saussure et Dolomieu ont depuis longtemps transformé en axiome cette vérité fondamentale de la géologie, par l'examen de la position des galets qui existent dans ces couches; ils ont remarqué que ces galets, de forme ovoïde, sont placés de manière que leurs côtés plats sont parallèles à la direction de la stratification. Il résulte de cette observation que, lorsque les couches sont inclinées de 50 degrés à l'horizon, le plan des deux plus grands axes des galets fait ce même angle avec l'horizon. La figure suivante représente cette disposition. Les galets disséminés dans les couches de poudingue P sont placés parallèlement à la stratification, et leurs grands axes sont alignés dans le même sens.


Fig. 5.



G. Granite. P. Poudingue. S. Schiste.

Cette disposition des galets est contraire aux lois de la pesanteur; car, lorsque des corps pesants sont entraînés par les eaux, ils ne peuvent s'arrêter que lorsqu'ils sont placés sur leurs côtés les plus larges: il en résulte donc nécessairement que des couches inclinées de poudingue ont été relevées postérieurement à leur dépôt.

L'angle sous lequel se forment les dunes de sable que les vents accu-

[1] *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe, etc.*; par M. Élie de Beaumont. (*Annales des sciences naturelles*, t. XVIII et XIX, 1829 et 1830.)

mulent sur les bords de la mer, l'inclinaison naturelle que prennent les terrains dans les travaux de terrassements, prouvent également que, dans aucun cas, des matériaux incohérents ne peuvent former des talus dont la pente aurait plus de 40 à 42 degrés d'inclinaison; mais, lorsque ces matériaux sont soumis à l'action de l'eau qui leur communique un mouvement de balancement, comme pour les bancs de sable qui s'accumulent à l'embouchure des rivières, cet angle ne s'élève jamais qu'à un très-petit nombre de degrés. Les dépôts entassés ainsi par le balancement des eaux marines se distinguent des autres accumulations de matières sédimentaires, qui peuvent se faire de diverses manières en différents points de la surface du globe, en ce que ce sont les seuls qui soient régulièrement stratifiés et, par conséquent, les seuls qui présentent une ressemblance complète avec les dépôts des terrains secondaires qui sont non-seulement sédimentaires, mais encore très-régulièrement stratifiés. Si donc on compare les couches des terrains de sédiment à ces dépôts journaliers qui se font dans des circonstances assez analogues à celles qui ont présidé à leur formation, on doit en conclure que les premières ne peuvent s'être déposées que sous des angles très-faibles ou même horizontalement. L'examen de la pente générale du fond des bassins, dans lesquels de pareils dépôts peuvent se former, nous apprend qu'en portant cette inclinaison à quelques degrés on est déjà au-dessus de la vérité; car il n'existe pas sur le globe un bassin de mer de quelque étendue dont la pente générale s'élève à plusieurs degrés. Ce n'est que par minutes, et souvent même par secondes, que ces inclinaisons peuvent s'évaluer. Si l'on supposait, par exemple, que la Manche vînt à être comblée par des terrains de sédiment, les inégalités que présente son fond disparaîtraient bientôt sous les premiers dépôts, et l'inclinaison des couches qui se formeraient alors, en supposant qu'elle fût précisément égale à celle du fond, ne serait en général que d'un petit nombre de secondes. En effet, la profondeur de la Manche n'est égale qu'en peu de points à la hauteur du clocher de Strasbourg, et même elle est généralement inférieure à 66 mètres, hauteur des tours de Notre-Dame; de sorte que, si on pouvait promener ces tours dans la Manche, leur sommet paraîtrait presque constamment au-dessus de l'eau. L'inclinaison générale du fond de la Manche, d'après cette faible profondeur, ne serait que de quelques secondes.

La séparation entre deux terrains consécutifs ayant été marquée par une révolution de la surface du globe, il en résulte nécessairement que les pre-

miers dépôts qui se sont formés à la suite de chaque cataclysme ont dû se composer très-fréquemment de fragments plus ou moins gros des roches préexistantes. Aussi les premières assises de chaque terrain sont-elles souvent composées de galets, dont les dimensions sont en rapport avec leur position. Les plus gros occupent les couches les plus anciennes de la formation, tandis que les grès à grains fins et les argiles, qui ne sont, pour ainsi dire, que des boues solidifiées, forment des couches qui se succèdent, jusqu'à un certain point, par ordre de ténuité. Ces derniers dépôts ont continué ensuite à se produire sous le régime calme et à peu près uniforme qu'ont présenté les longues périodes de tranquillité de l'histoire du globe, périodes pendant lesquelles les causes sédimentaires ont exercé leur action lente et continue, qui a coïncidé avec le développement de la nature organisée; c'est également pendant ces périodes qu'il s'est formé des calcaires. Cette succession de dépôts grossiers et des alternatives de couches calcaires et de couches de grès et d'argile, résultat naturel du trouble qui a régné à de certaines époques à la surface du globe et du calme qui les a suivies, s'est reproduite dans toutes les périodes des formations. Le passage entre ces différents ordres de couches dont l'ensemble constitue chaque terrain ne se fait pas brusquement : ainsi il existe presque toujours, à la séparation des grès et argiles et des calcaires, du calcaire argileux, qui participe de la formation organique ou chimique des calcaires et du dépôt mécanique des grès.

Les phénomènes de soulèvement qui ont marqué la séparation des différentes formations paraissent s'être reproduits avec moins d'intensité, ou dans des contrées très-éloignées de l'Europe, pendant la durée du dépôt de quelques-unes d'entre elles. Les calcaires déposés pendant ces moments d'un trouble peu intense ont été mélangés, sur une certaine hauteur, de matières terreuses, et il s'est formé des couches épaisses de marne et d'argile, qui apportent des distinctions tranchées entre les couches calcaires sur lesquelles ces argiles sont déposées et celles qui les recouvrent. Ces couches d'argile, qui se retrouvent partout à la même hauteur dans les terrains, donnent lieu à des sous-divisions importantes. Mais le trouble qui les a produites, et qui paraît s'être fait ressentir sur une grande partie de la surface du globe, n'a pas causé dans nos contrées de changement dans l'inclinaison générale des couches, et n'y a pas suspendu la vie.

Plusieurs terrains de sédiment, malgré la séparation tranchée qui existe

entre eux, présentent cependant une certaine analogie qui les a fait réunir en quatre groupes désignés sous les noms suivants :

Groupement des terrains en quatre classes.

1° *Terrains de transition* ou *terrains intermédiaires;*

2° *Terrains secondaires;*

3° *Terrains tertiaires;*

4° *Terrains d'alluvion.*

Dans l'origine, on n'avait admis que deux grands groupes de terrains correspondant aux deux modes de formation, dont les différences sont les plus tranchées : le premier, qui était censé avoir formé la première écorce du globe, était désigné par le nom de *terrain primitif;* l'autre, correspondant aux terrains de sédiment et supposé formé après que le globe avait été peuplé d'animaux, était désigné sous le nom de *terrain secondaire.* Mais, plus tard, les différences importantes que l'on a observées aux deux extrémités de ce dernier groupe l'ont fait sous-diviser en trois, savoir : *terrains de transition, terrains secondaires* et *terrains tertiaires.*

L'expression de *terrains de transition* est la seule qui ait besoin d'être définie. On l'applique aux couches de sédiment les plus anciennes, dans lesquelles on trouve des corps organisés. Ces terrains, malgré leur origine neptunienne, présentent une compacité et souvent même un tissu cristallin qui n'est pas habituel aux couches de sédiment, et qui, en effet, n'est pas dû aux circonstances de leur dépôt. Leurs caractères particuliers tiennent à ce que, à l'époque de leur dépôt, l'écorce terrestre, étant mince, donnait issue, comme nous l'avons déjà dit, à un flux très-rapide de chaleur, qui, s'accumulant dans les dépôts de sédiment inférieurs, leur a communiqué une température considérable, laquelle y a développé un commencement de cristallisation. De plus, les roches d'origine éruptive, qui les traversent dans tous les sens sous forme de filons, ont encore influé sur leur texture; de sorte que les roches de transition ont fréquemment perdu leur caractère originel, et qu'elles ont été plus ou moins *métamorphisées.* Cette circonstance leur a donné un aspect général qui les rapproche des terrains stratifiés cristallins, compris eux-mêmes parmi les terrains dits primitifs, et rend souvent impossible d'établir entre les deux terrains une ligne de démarcation précise; seulement la forme arénacée qu'affectent souvent les terrains de transition, et la présence de corps organisés, disséminés au moins de loin en loin et d'une manière irrégulière, fournissent directement la preuve qu'ils ont été formés par sédiment: c'est cette double apparence, connue depuis long-

temps, mais diversement interprétée suivant l'état de la science, qui a fait désigner ces terrains sous le nom de *terrains de transition* ou *intermédiaires*.

Les circonstances qui conduisent à réunir, ainsi qu'on vient de le dire, les terrains en quatre groupes, ne sont pas nettement tranchées comme celles qui établissent les limites entre les formations superposées; elles présentent, au contraire, une certaine gradation, surtout en ce qui tient aux caractères minéralogiques: ce qu'elles présentent de plus net se rattache à la distribution des corps organisés dans les différentes couches superposées.

La gradation dans les caractères minéralogiques des formations successives tient principalement au refroidissement progressif du globe terrestre. Les formations les plus anciennes se distinguent, ainsi qu'on vient de l'expliquer, par une demi-fusion plus ou moins avancée, qui, lorsqu'elle ne développe pas de caractères nouveaux, tend au moins à obscurcir ceux qui sont dus au premier dépôt. Au milieu de cette tendance à l'anéantissement des caractères originaires des roches les plus anciennes, il sera peut-être toujours impossible à l'homme de remonter jusqu'à la première formation de la planète qu'il habite. Lorsque Virgile dit, dans la sixième de ses églogues:

Namque canebat uti magnum per inane coacta
Semina terrarumque, animæque, marisque fuissent,
Et liquidi simul ignis; ut his exordia primis
Omnia, et ipse tener mundi concreverit orbis;
Tum durare solum et discludere Nerea ponto
Cœperit, et rerum paulatim sumere formas:
Jamque novum ut terræ stupeant lucescere solem,
Altius atque cadant submotis nubibus imbres,

il parle de circonstances qui peut-être resteront à jamais les temps fabuleux de l'histoire naturelle; mais, lorsqu'il ajoute:

Incipiant sylvæ cum primum surgere, cumque
Rara per ignotos errent animalia montes,

il fait allusion à un ordre de phénomènes qui, de nos jours, est entré complétement dans le domaine des sciences positives, du moins si l'on s'en tient à l'existence successive des espèces végétales et animales et qu'on renonce à spéculer sur le mode de leur première production, qui lui-même est probablement destiné à rester impénétrable à la science.

La succession des terrains, leur division et leur ordre relatif ayant été établis d'une manière certaine par la superposition et par la différence de



stratification, on a reconnu que chacun d'eux contenait des restes organiques, soit végétaux, soit animaux, différant plus ou moins essentiellement d'un terrain à l'autre; et il est devenu incontestable: 1° que la vie a régné sur la terre aussitôt que sa surface a été assez refroidie pour permettre aux vapeurs aqueuses de se condenser; 2° que chaque cataclysme l'a suspendue momentanément dans une étendue plus ou moins grande: de sorte que les animaux et les plantes enfouis dans chaque formation appartiennent en partie, et quelquefois presque tous, à des espèces, souvent à des genres, quelquefois même à des familles différentes de ceux que l'on rencontre dans les formations immédiatement en contact avec celles que l'on étudie.

Ces belles lois de la répartition des fossiles dans les terrains, dont M. Cuvier a établi le principe, fournissent un moyen facile de reconnaître non-seulement la différence entre les terrains, mais leur âge relatif. C'est par cette considération que l'on a pu identifier les formations de contrées fort éloignées les unes des autres; c'est également par l'étude des fossiles que l'on peut classer les terrains dans les pays de plaines, où, les couches ayant souvent conservé leur position primitive, toutes les formations présentent une stratification concordante: cette cessation et ce retour périodique de la vie se rattachent à l'un des plus grands problèmes de la nature. Quoiqu'on puisse l'expliquer en partie, comme l'a fait M. Cuvier, par les migrations de diverses populations végétales et animales, d'une partie de la surface du globe à une autre, elle conduit cependant naturellement, et comme malgré soi, à la question de l'origine des espèces animales, à celle de leur permanence ou de leur modification successive. Les uns supposent que les espèces se sont modifiées suivant les conditions variables dans lesquelles s'est trouvée successivement la surface de la terre, et les autres admettent que des espèces différentes se sont succédé en même temps que les formations. La discussion de ces questions de haute philosophie naturelle, dont la géologie ne fournit que les bases, ne peut entrer dans le cercle que nous nous sommes tracé: nous dirons cependant que nous ne saurions admettre que des modifications très-légères d'espèces, et que les grandes familles qui se sont succédé à différentes époques de la formation du globe, telles que les sauriens, les mammifères, etc., doivent, suivant nous, avoir eu une origine propre à chacune d'elles.

Une opinion assez générale, c'est que les premiers êtres organisés qui ont vécu à la surface de la terre présentaient une organisation très-impar-

faite, et que cette organisation s'est développée en arrivant vers les époques plus modernes de l'histoire du globe. Cependant on trouve des poissons, c'est-à-dire des animaux vertébrés, dans les terrains de sédiment les plus anciens; et, parmi les mollusques, les nautilacés, qui appartiennent à la classe la plus élevée des mollusques, aux céphalopodes, forment des couches entières dans les calcaires de transition des Pyrénées. Toutefois nous devons dire que les mammifères n'ont commencé à se montrer que très-tard; leur apparition, ainsi que M. Cuvier l'a établi, ou du moins le moment où ils ont paru en grand nombre, concorde avec une des grandes divisions établies dans l'échelle générale des terrains, avec le commencement des terrains tertiaires; l'homme paraît avoir été mis sur la terre encore longtemps après, lorsque la formation du globe était complète et que l'ordre admirable qui y règne actuellement était entièrement établi.

Absence de fossiles humains dans les terrains de sédiment.

Nulle part, en effet, on n'a trouvé de squelette humain enveloppé dans une couche de sédiment. On cite, il est vrai, comme preuve de l'antiquité de l'espèce humaine, la présence d'ossements humains et d'ouvrages d'art grossiers, trouvés pêle-mêle dans des cavernes naturelles avec des ossements d'espèces éteintes de quadrupèdes, quelquefois même encroûtés par des stalactites calcaires. Ces cas peuvent s'expliquer par l'habitude qu'ont eue les hommes, à toutes les époques, de choisir de semblables lieux pour leur sépulture; et cette circonstance accidentelle, que dans plusieurs cavernes les restes d'espèces éteintes se montrent dans le même sol où, à des époques subséquentes, des cadavres appartenant à l'espèce humaine ont pu être ensevelis, ne nous apprend rien sur l'époque où a eu lieu le dépôt de ces derniers. Un grand nombre de ces cavernes ont été habitées par des tribus sauvages; et celles-ci, pour s'y arranger une demeure, ont fréquemment remué les points du sol qui recouvraient les restes des êtres qui les avaient précédés. Ces mouvements expliquent comment des fragments de squelettes humains sont parfois mêlés, en même temps que des restes de quadrupèdes modernes, avec des ossements d'espèces éteintes, bien que celles-ci y aient été déposées à des époques de beaucoup antérieures et par des causes naturelles; et, toutes les fois qu'on a fait un examen sérieux de la position de ces squelettes humains, les prétendues preuves de l'antiquité de notre race se sont évanouies : on a reconnu bientôt que ces débris humains ont été mélangés postérieurement avec les ossements qui semblent leur donner une date antédiluvienne.



Les lois qui régissent la distribution des espèces, dans les terrains successifs, sans être toujours d'une rigueur absolue comme celles de la différence de stratification, n'éprouvent cependant que très-peu d'exceptions; elles sont, par conséquent, d'un haut intérêt, et rendent la réunion des terrains de sédiment, en différents groupes, aussi naturelle que leur partage en formations.

Lois de la distribution des corps organisés dans les formations.

Les premiers débris d'animaux que l'on ait observés jusqu'ici appartiennent à des espèces marines; ce sont également des plantes marines qui sont enfouies dans les couches de sédiment les plus anciennes, et ces plantes se continuent dans toutes les formations d'origine marine. M. Adolphe Brongniart, dans son *Histoire des végétaux fossiles*, fait voir que la *végétation sous-marine* actuelle se partage en trois grandes divisions en rapport, jusqu'à un certain point, avec les trois zones : glaciale, tempérée et torride; qu'une distribution analogue se fait remarquer dans les algues fossiles, d'après lesquelles on trouve dans les formations géologiques les plus basses et les plus anciennes, correspondant aux *terrains de transition*, des genres voisins de ceux qui abondent maintenant dans les climats les plus chauds, tandis que les formes de la végétation sous-marine, qui se succèdent les unes aux autres dans les périodes secondaires et tertiaires, semblent, à mesure qu'elles appartiennent à des couches d'une formation plus récente, se rapprocher davantage de celles de nos climats actuels[1].

Rapports entre les végétaux fossiles et la division des terrains.

Un examen général des débris des végétaux terrestres qui peuplent les trois grandes divisions des formations géologiques stratifiées nous montre qu'ils se partagent en des groupes, dont la succession indique que la surface de la terre a subi la même diminution progressive de température que la végétation sous-marine nous annonce s'être accomplie dans les eaux de la mer; et qu'en même temps le règne végétal, comme le règne animal, a acquis successivement, à partir des époques les plus anciennes, un grand nombre de formes nouvelles : aussi, dans les couches de la *série de transition*, on trouve presque exclusivement des *cryptogames*[2] *vasculaires* et des *monocotylédones*. Ces plantes se composent particulièrement de *fougères*, d'*équisé-*

[1] *Histoire des végétaux fossiles*, par M. Adolphe Brongniart, t. Ier, pag. 47.

[2] Le nom de *cryptogames* a été donné par Linné aux plantes dont les parties de la fructification sont peu apparentes et tout à fait inconnues, comme dans les mousses, les champignons, les algues, etc.

On désigne, sous le nom de *monocotylédones*, les plantes dont l'embryon n'offre qu'un seul lobe ou cotylédon : telles sont les graines du lis, de l'oignon et du blé. Les plantes *dicotylédones* sont celles dont l'embryon présente deux lobes, comme une fève, une graine de café, un pepin de pomme. Les tiges des plantes mono-

tacées et de *lycopodiacées*, avec certaines familles éteintes d'*endogènes* et d'*exogènes* que quelques botanistes ont considérées comme indiquant un climat plus chaud que ne l'est, de nos jours, celui des tropiques.

Dans les *terrains secondaires*, les espèces de ces familles les plus anciennes sont devenues proportionnellement beaucoup moins nombreuses, et un grand nombre de genres ont entièrement disparu. En même temps les plantes *dicotylédones*, représentées seulement dans le terrain houiller, partie supérieure du groupe de transition, par quelques échantillons rares de cycadées et de conifères qui forment le groupe particulier des phanérogames gymnospermes, prennent un accroissement considérable.

L'ensemble de caractères qu'offrent les fossiles végétaux qui existent dans les terrains de transition et les premiers terrains secondaires indique un climat dont la température était à peu près la même que celle qui règne maintenant entre les tropiques.

Dans les *dépôts tertiaires*, la plus grande partie des familles de la première série disparaît ainsi que plusieurs de la seconde série, et une végétation *dicotylédone*, plus compliquée, prend la place des formes plus simples qui avaient prédominé pendant la durée des deux périodes précédentes. Aux calamites gigantesques ont succédé des équisétacées plus petites. Les fougères sont réduites aux proportions numériques faibles et à la petite taille que nous leur voyons sur les limites méridionales de nos climats tempérés. La présence des palmiers nous atteste que la température ne descendait jamais jusqu'à un froid de quelque intensité, et tout l'ensemble des caractères s'accorde à nous indiquer un climat analogue à celui de l'Égypte ou des bords de la Méditerranée.

Rapports entre les fossiles animaux et la division des terrains.

Les changements qui se sont accomplis dans l'ensemble du règne animal sont liés d'une manière intime avec les changements que l'on observe dans les caractères des végétaux fossiles : ce résultat était facile à prévoir, puisque les végétaux respirent dans la même atmosphère qui fournit l'air

cotylédones sont toutes endogènes, c'est-à-dire qu'elles s'accroissent de l'intérieur à l'extérieur et que leur volume s'augmente par une addition de substance qui a lieu du centre à la circonférence : tels sont les palmiers, les cannes, les liliacées, etc. Les tiges des plantes dicotylédones sont toutes exogènes, c'est-à-dire qu'elles s'accroissent par addition de couches concentriques se formant vers l'extérieur. Ces couches constituent des anneaux dont chacun indique l'accroissement total d'une année : c'est ce qui a lieu dans le chêne et les autres arbres forestiers de nos climats.

Voyez *la Géologie et la Minéralogie dans leur rapport avec la Théologie naturelle*, par le révérend docteur William Buckland; traduit par M Doyère, tom. Ier, pag. 395 et 397.

aux branchies ou aux poumons des animaux, et qu'en outre les espèces végétales sont destinées à servir de principe d'alimentation aux animaux.

Les débris d'animaux, de même que les débris végétaux, nous montrent, dans la forme des êtres, une progression graduelle en rapport avec les âges des terrains. On trouve, il est vrai, dans les *terrains de transition*, des débris de vertébrés, de mollusques, d'articulés et de rayonnés. Mais les vertébrés n'y sont représentés que par quelques poissons.

Les mollusques offrent, dans ces anciennes formations, plusieurs familles; et des genres assez nombreux paraissent avoir été répandus, à cette époque, avec abondance. Quelques-uns, tels que les orthocératites, les productus, etc., n'ont existé qu'à l'époque des terrains de transition et des premiers terrains secondaires; d'autres formes, au contraire, parmi lesquelles nous citerons celles des nautiles et des térébratules, ont traversé toutes les périodes géologiques et se sont perpétuées jusqu'à nos jours.

Les seules traces d'animaux articulés, dans les terrains de transition, appartiennent aux trilobites, dont la famille s'est éteinte pendant la période des terrains de transition.

Les animaux rayonnés sont ceux dont les restes organiques sont les plus nombreux dans les terrains de transition. Ils constituent plusieurs grandes familles. Ils ont toujours été très-nombreux, et leurs débris ont fourni une grande partie de la matière calcaire qui est entrée dans la composition des couches de sédiment de notre globe.

Les *terrains secondaires*, y compris même le zechstein, sont surtout caractérisés par la prédominance des reptiles sauriens et par les proportions gigantesques sous lesquelles ce type se manifeste. Plusieurs étaient exclusivement marins, d'autres étaient amphibies; quelques-uns enfin se tenaient à terre et rampaient dans les savanes et les marécages que couvrait une végétation tropicale, et ils s'étendaient au soleil sur les bords des golfes, des lacs et des rivières. L'air lui-même était parcouru par des lézards volants, les ptérodactyles qui réalisaient les formes fabuleuses des dragons. La terre, à cette époque, était peut-être encore trop inondée, et surtout les portions découvertes de sa surface étaient trop fréquemment bouleversées par les tremblements de terre, les inondations et les mouvements de l'atmosphère, pour qu'elle pût avoir une population très-développée appartenant à quelque groupe de quadrupèdes plus élevé que les reptiles. L'atmosphère, d'ailleurs, était encore probablement trop impure pour être facilement respirée par des poumons de mammifères.

Les *terrains tertiaires* diffèrent essentiellement des *terrains secondaires* sous le rapport paléontologique. La plupart des genres de coquilles de cette époque se retrouvent encore dans nos mers. Mais ce qui les différencie surtout, c'est l'apparition d'un grand nombre de mammifères [1], dont on trouve de nombreuses dépouilles appartenant, pour la plupart, à l'ordre des pachydermes. Leur présence nous montre, jusqu'à l'évidence, qu'à cette époque la terre se présentait avec des conditions nouvelles, et que l'atmosphère s'était débarrassée de la grande quantité d'acide carbonique qu'elle paraît avoir contenue à l'époque de la formation des terrains plus anciens, pendant le dépôt desquels il n'y avait pas d'animaux pourvus d'un appareil respiratoire aussi délicat que celui des mammifères. C'est à l'illustre Cuvier que la géologie est redevable de la connaissance de ces animaux antédiluviens, qu'il a reconstruits pièce à pièce, et dont il est pour nous le créateur. Pour faire apprécier la grandeur de cette découverte, qui nous a fait connaître les habitants d'un ancien monde, nous croyons devoir reproduire les paroles éloquentes de M. Cuvier sur la manière dont il a procédé à la reconstruction des squelettes[2]. « Je me trouvais, dit-il, dans le cas d'un homme à qui « l'on aurait donné pêle-mêle les débris mutilés et incomplets de quelques « centaines de squelettes appartenant à vingt sortes d'animaux : il fallait « que chaque os allât retrouver celui auquel il devait tenir ; c'était presque « une résurrection en petit, et je n'avais pas à ma disposition la trompette « toute-puissante. Mais les lois immuables prescrites aux êtres vivants y « suppléèrent ; et, à la voix de l'anatomie comparée, chaque os, chaque por- « tion d'os reprit sa place. Je n'ai point d'expression pour peindre le plaisir « que j'éprouvais en voyant, à mesure que je découvrais un caractère, toutes « les conséquences, plus ou moins prévues, de ce caractère, se développer

[1] M. Buckland a découvert, à Stonesfield, près Oxford, des ossements, que ce savant professeur rapporte à de petits mammifères voisins des didelphes. C'est le seul exemple de mammifères dans les terrains secondaires. Quelques personnes, parmi lesquelles nous citerons M. de Blainville, ont élevé des doutes sur la détermination des ossements de Stonesfield. Ce savant anatomiste les a désignés sous les noms de *amphitherium Prevostii* et *amphitherium Bucklandi*. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. VII, 1838, p. 402 et suiv.) M. Valenciennes, auquel M. Buckland a confié dernièrement ces précieux débris, les classe, avec M. Buckland et M. Cuvier, parmi les mammifères ; seulement, n'ayant pas adopté l'association qui avait été faite par M. Cuvier, il leur a donné les noms particuliers de *thylacotherium Prevostii* et *thylacotherium Bucklandi*. (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. VII, 1838, p. 580.)

Enfin le célèbre Owen regarde également les ossements de Stonesfield comme appartenant à la grande famille des mammifères.

[2] *Ossements fossiles*, 1812, tom. III, pag. 3 et 4.

« successivement : les pieds se trouver conformes à ce qu'avaient annoncé les « dents ; les dents, à ce qu'annonçaient les pieds ; les os des jambes, des « cuisses, tous ceux qui devaient réunir ces deux parties extrêmes, se trou« ver conformes, comme on pouvait le juger d'avance ; en un mot, chacune « de ces espèces renaître, pour ainsi dire, d'un seul de ses éléments. »

Les terrains d'alluvion, formés depuis la dernière révolution que le globe a éprouvée, contiennent des corps organisés de l'époque actuelle ; ils sont presque exclusivement composés de sables et d'argiles grossières. Dans quelques localités ils contiennent, en outre, des amas de coquilles brisées, réunies par un ciment calcaire. Il résulte de l'aperçu qui précède sur la forme générale des animaux fossiles, que leur étude, sans établir toujours des limites absolues entre les divers groupes des terrains de sédiment, nous apprend cependant qu'il existe des différences très-prononcées entre les animaux qui ont vécu dans les périodes successives de la formation du globe. Ces différences seraient encore bien plus tranchées, si nous avions pu entrer dans l'examen des espèces ; car ce n'est que rarement, et seulement dans des formations contiguës, qu'on trouve des espèces fossiles identiques. La considération des animaux fossiles confirme donc les preuves tirées de l'examen des végétaux fossiles ; elle conduirait même à former cinq groupes de formations sédimentaires, dont les fossiles sont presque complétement différents. Ces groupes, qui ont été signalés depuis longtemps dans divers ouvrages et dans des cours publics, et dont MM. Bronn et Deshayes ont, de leur côté, fait ressortir l'importance, sont :

Groupement des terrains de sédiment d'après leurs fossiles.

1° Le groupe des terrains inférieurs, comprenant les terrains de transition, le terrain carbonifère et le zechstein ;

2° Le tryas ;

3° Le terrain jurassique ;

4° Les terrains crétacés ;

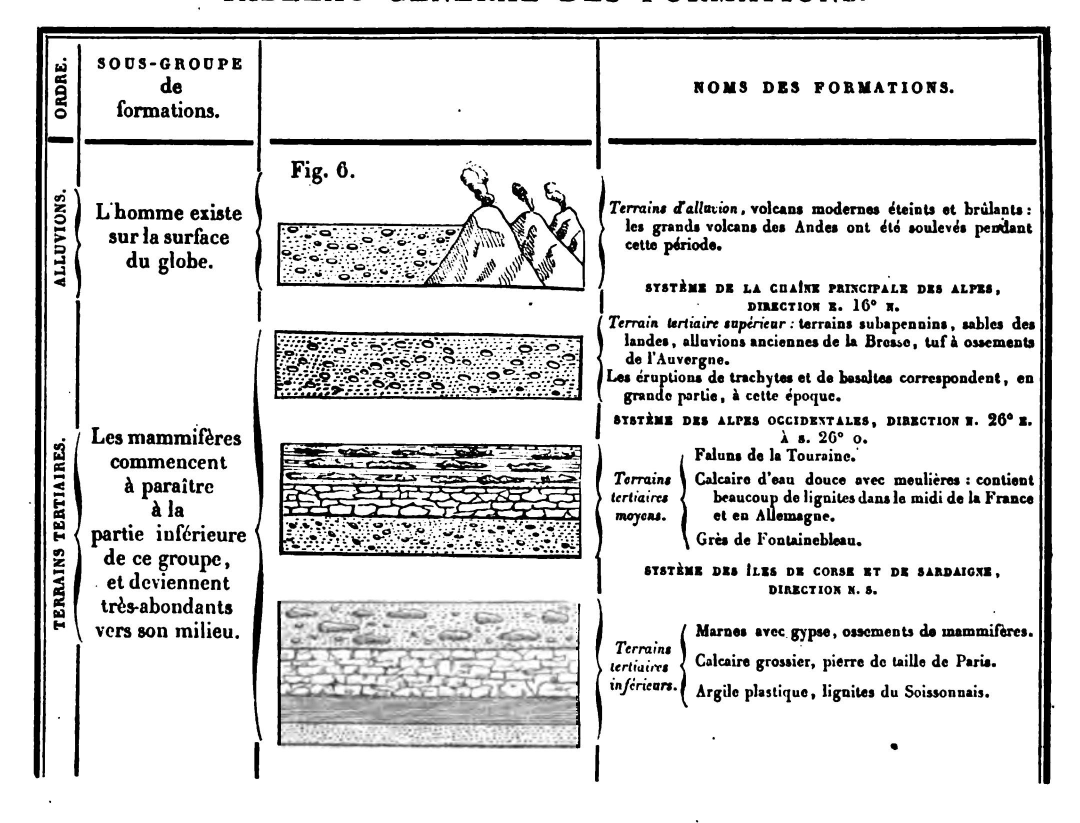
5° Les terrains tertiaires.

Il est à regretter que cette division ne soit pas complétement en rapport avec celle qui a été établie entre les terrains sédimentaires, d'après les grandes relations physiques auxquelles il a été fait allusion précédemment, et qui partagent ces terrains en quatre groupes seulement : les *terrains de transition*, les *terrains secondaires*, les *terrains tertiaires* et les *terrains d'alluvion*. La discordance entre les deux modes de division résulte principalement de ce que le terrain carbonifère, le grès rouge et le zechstein, qui sont

compris dans le plus ancien groupe zoologique, sont, au contraire, exclus des terrains de transition, comme ne présentant pas aussi souvent que ceux qu'ils précèdent ces passages à la texture cristalline auxquels fait allusion la dénomination même de terrains de transition. Mais cette discordance disparaît lorsqu'on passe à la division des terrains sédimentaires, dans les différentes formations qui se distinguent par la discontinuité de la stratification. Les limites des cinq groupes zoologiques coïncident, en effet, généralement, avec celles des formations ainsi limitées.

Il nous reste maintenant à faire connaître chacune de ces sous-divisions, dont les limites ont été déterminées par les révolutions successives que le globe a éprouvées. Nous allons réunir ces formations dans un tableau général; et, pour qu'il représente d'une manière complète l'échelle géologique, nous intercalerons entre chaque formation les soulèvements qui ont marqué la limite de chacune d'elles. Ce tableau rappellera alors, à la fois, la position relative des terrains, l'époque de l'arrivée au jour des différents systèmes de montagnes, et la direction des couches de sédiment qui ont été relevées.

TABLEAU GÉNÉRAL DES FORMATIONS.



ORDRE.	SOUS-GROUPE de formations.		NOMS DES FORMATIONS.
ALLUVIONS.	L'homme existe sur la surface du globe.	Fig. 6.	*Terrains d'alluvion*, volcans modernes éteints et brûlants : les grands volcans des Andes ont été soulevés pendant cette période.
			SYSTÈME DE LA CHAÎNE PRINCIPALE DES ALPES, DIRECTION E. 16° N.
TERRAINS TERTIAIRES.	Les mammifères commencent à paraître à la partie inférieure de ce groupe, et deviennent très-abondants vers son milieu.		*Terrain tertiaire supérieur* : terrains subapennins, sables des landes, alluvions anciennes de la Bresse, tuf à ossements de l'Auvergne. Les éruptions de trachytes et de basaltes correspondent, en grande partie, à cette époque.
			SYSTÈME DES ALPES OCCIDENTALES, DIRECTION N. 26° E. À S. 26° O.
			Terrains tertiaires moyens. Faluns de la Touraine. Calcaire d'eau douce avec meulières : contient beaucoup de lignites dans le midi de la France et en Allemagne. Grès de Fontainebleau.
			SYSTÈME DES ÎLES DE CORSE ET DE SARDAIGNE, DIRECTION N. S.
			Terrains tertiaires inférieurs. Marnes avec gypse, ossements de mammifères. Calcaire grossier, pierre de taille de Paris. Argile plastique, lignites du Soissonnais.

ORDRE.	SOUS-GROUPE de formations.		NOMS DES FORMATIONS.
		Suite de la fig. 6.	SYSTÈME DE LA CHAÎNE DES PYRÉNÉES ET DE CELLE DES APENNINS, DIRECTION E. 18° S. À O. 18° N.
TERRAINS SECONDAIRES.	Terrains ou formations crétacées.		*Craie supérieure.* Couches avec silex. Couches sans silex.
			SYSTÈME DU MONT-VISO, DIRECTION N. N. O. À S. S. E.
			Craie inférieure. Craie tuffeau. Grès vert. Grès et sables ferrugineux, terrain néocomien, formation wealdienne.
			SYSTÈME DE LA CÔTE-D'OR, DIRECTION E. 40° N. À O. 40° S.
	Terrains de calcaire du Jura. (Abondance considérable de sauriens.)	Calcaire oolithique.	*Étage supérieur.* Calcaire de Portland. Argile de Kimmerigde, argile de Honfleur.
			Étage moyen. Oolithe d'Oxford, calcaire de Lisieux, coral-rag. Argile d'Oxford, argile de Dives.
			Étage inférieur. Corn-brash et forest-marble (calcaire à polypiers), grand oolithe (calcaire de Caen), fullers-earth (banc bleu de Caen), oolithe inférieur. Marnes et calcaires à bélemnites, marnes supérieures du lias, lignites dans les départements du Tarn et de la Lozère.
			Lias ou calcaire à gryphites. Calcaire à gryphées arquées. Grès du lias, ou infraliasique, dolomies.
			SYSTÈME DU THURINGERWALD (les serpentines du centre de la France appartiennent à ce système), DIRECTION O. 40° N. À E. 40° S.
	Tryas.		*Marnes irisées* avec amas de gypse et de sel. Exploitation de lignites en Alsace, en Lorraine et dans la Haute-Saône.
			Muschelkalk.
			Grès bigarré.
			SYSTÈME DU RHIN, N. 21° E. À S. 21° O.
			Grès des Vosges.
			SYSTÈME DES PAYS-BAS ET DU SUD DU PAYS DE GALLES, DIRECTION E. 5° S. À O. 5° N.
			Zechstein (calcaire magnésien des Anglais), schistes à poissons du Mansfeld, riches en cuivre.
			Grès rouge : contient des masses de porphyres et des rognons d'agate.

ORDRE.	SOUS-GROUPE de formations.		NOMS DES FORMATIONS.	
		Suite de la fig. 6.	SYSTÈME DU N. DE L'ANGLETERRE, DIRECTION S. 5° E. À N. 5° O.	
			Terrain houiller.	Grès, schistes avec couches de houille et fer carbonaté.
				Calcaire carbonifère, ou calcaire bleu, avec couches de houille.
			SYSTÈME DES BALLONS (VOSGES), ET DES COLLINES DU BOCAGE DE LA NORMANDIE, DIRECTION E. 15° S. À O. 15° N.	
TERRAINS DE TRANSITION.	Ce groupe est caractérisé par la grande abondance de cryptogames vasculaires, et par l'absence presque complète des plantes dicotylédones; les animaux vertébrés n'y sont représentés que par quelques empreintes de poissons.		*Terrain de transition supérieur.*	Vieux grès rouge des Anglais. (Système devonien.)
				Anthracite de la Sarthe et des environs d'Angers.
			Terrain de transition moyen.	Calcaire des environs de Brest, calcaire de Dudley.
				Schistes (ardoises d'Angers).
				Grès quartzite, caradoc sandstone des Anglais. (Système silurien.)
			SYSTÈME DU WESTMORELAND ET DU HUNDSRUCK, DIRECTION E. 25° N. À O. 25° S.	
			Terrain de transition inférieur.	Calcaire compacte esquilleux.
				Schiste argileux. (Système cambrien.)
	TERRAINS GRANITIQUES.		GRANITE formant la base principale de la croûte du globe.	

Nous avons, dans ce tableau, laissé des blancs entre chaque formation, afin de marquer qu'il avait existé une solution de continuité entre le dépôt d'une formation et celle qui l'a précédée et celle qui l'a suivie : cette solution de continuité a été occasionnée par l'arrivée au jour des roches cristallines, qui ont troublé la tranquillité qui régnait sur le globe, ont soulevé les terrains préexistants et les ont pliés suivant de certaines directions. A la hauteur de chacun de ces blancs, nous avons transcrit le nom du système de

montagnes qui s'est soulevé à cette époque et a mis fin à la formation qui l'a précédé. C'est ce système qui a imposé à cette formation la direction qu'elle présente. Un exemple suffira pour donner la clef de ce tableau. A la hauteur du blanc qui sépare les formations crétacées des terrains tertiaires, nous avons écrit : SYSTÈME DE LA CHAÎNE DES PYRÉNÉES ET DE CELLE DES APENNINS, DIRECTION E. 18° S. À O. 18° N. Il résulte de ce que nous avons dit ci-dessus, que le soulèvement de la chaîne des Pyrénées a eu lieu après le dépôt des formations crétacées et avant le dépôt des terrains tertiaires. En effet, ces derniers terrains s'étendent en couches horizontales au pied des Pyrénées, tandis que les formations crétacées qui y existent ont été fortement redressées sur leurs pentes. En outre, la direction de ces redressements, précisément la même que la direction générale de cette chaîne de montagnes, est orientée de l'E. 18° S. à l'O. 18° N.

Il est presque inutile de dire que le soulèvement d'une chaîne peut avoir influencé tous les terrains préexistants : ainsi l'arrivée au jour des granites des Pyrénées relève, à la fois, les terrains de transition, les terrains houillers et tous les terrains secondaires. Effectivement, dans le midi de la France, ces différentes formations portent toutes l'empreinte du système pyrénéen.

Les lacunes de ce tableau indiquent seulement les époques principales de la venue au jour des roches cristallines, et non celles de leur injection à l'état fluide ou pâteux, lesquelles sont souvent très-différentes. Ainsi, par exemple, les granites des Pyrénées étaient solides depuis longtemps quand ils ont été soulevés.

Il nous resterait maintenant à faire connaître les époques auxquelles les différentes espèces de roches éruptives sont sorties fluides des laboratoires souterrains où elles ont été élaborées; mais nous ne pourrions atteindre ce but en nous en tenant, relativement à la composition de ces roches, à des termes généraux. Nous avons pu le faire pour les terrains de sédiment, parce qu'ils sont composés de matériaux très-simples et généralement connus; mais, pour les terrains d'origine ignée, dont la composition est beaucoup plus variée, et où les distinctions sont fondées sur cette variété même, nous ne pourrions nous exprimer clairement à leur égard si nous ne commencions par définir la nature des diverses roches que nous ne pourrons nous dispenser de citer. Nous placerons donc ici une description sommaire des roches, qui, d'ailleurs, est un préliminaire indispensable pour la suite

de cet ouvrage; et, pour plus de généralité, nous y comprendrons aussi les roches sédimentaires.

Nous compléterons cette introduction par un tableau indiquant les époques de l'intercalation des diverses roches d'origine ignée dans les terrains de sédiment. Ce tableau se trouvera plus loin. (Voy. p. 89.)

DESCRIPTION SOMMAIRE DES ROCHES.

Nous avons classé les roches suivant leur association dans la nature, c'est-à-dire suivant les passages qu'elles présentent entre elles. Cette méthode de les grouper, quoique toute géologique, se rapproche cependant des classifications de roches faites par la considération seule des minéraux qui les composent. En effet, les passages d'une roche à une autre sont liés par de simples variations dans l'abondance et la disposition de leurs éléments; ainsi le gneiss est un granite rubané.

Structure de séparation.

Les roches sont simples ou composées, suivant qu'elles sont formées par un seul minéral, comme la pierre calcaire et la pierre à plâtre, ou par la réunion de plusieurs minéraux, comme le granite. Les roches simples ont une structure intérieure, qui se manifeste par la cassure : on la nomme *structure de séparation*. La réunion des minéraux qui entrent dans la composition des roches composées a lieu de différentes manières : on désigne par le nom de *structure d'agrégation* ces différents modes d'association des minéraux.

La structure de séparation d'une roche est appelée *indéterminée*, lorsque cette roche ne possède aucun sens particulier suivant lequel elle se divise lorsqu'on la casse.

Elle est dite *schisteuse* ou *feuilletée*, quand la roche se sépare en feuillets minces, comme l'ardoise. Le plus souvent les feuillets sont parallèles aux couches du terrain et en relation directe avec la stratification. Quelquefois, cependant, les feuillets des roches sont disposés en travers des couches. Cette disposition est, dans quelques circonstances, dans les ardoises par exemple, le résultat de modifications que le terrain a éprouvées dans son état cristallin postérieurement à son dépôt. Dans certaines roches, comme dans la plupart des grès, elle est la conséquence du mode suivant lequel le dépôt a eu lieu.

Le plan des feuillets est souvent marqué par des paillettes de *mica* et de *talc*. En général, lorsqu'une roche contient accidentellement des cristaux, ils sont disposés, le plus ordinairement, dans le sens des plans de division des feuillets.

Les roches schisteuses qui, au lieu de se diviser suivant des plans, se séparent suivant des surfaces courbes, et présentent des inflexions plus ou moins grandes, sont dites à structure contournée.

Certaines roches sont traversées par des fissures qui se croisent dans des sens différents, disposées de telle manière que les fragments qui en résultent, lorsqu'on les casse, sont à peu près réguliers. Ces fragments, qui sont formés par la réunion de plans parallèles, ont de l'analogie avec des prismes rhomboïdaux, et ont fait donner à la structure de ces roches le nom de *pseudo-régulière*.

Les fissures qui déterminent la structure pseudo-régulière peuvent être le résultat d'un certain effort que le sol a éprouvé à la suite de grandes révolutions du globe : par exemple, d'une violente commotion. Dans d'autres cas, elles sont dues à un retrait: elles sont encore alors dans une seule et même direction parallèle à la ligne de moindre résistance.

Les *quartz compactes* des Alpes, qui se cassent constamment en fragments rhomboïdaux, doivent presque tous cette propriété aux modifications qu'ils ont éprouvées, depuis leur dépôt, dans leur état d'agrégation et de cristallisation.

Les *basaltes*, qui affectent si fréquemment la forme de prismes, en apparence assez réguliers, doivent cette disposition au retrait qu'ils ont éprouvé pendant le refroidissement.

Un assez grand nombre de roches présentent des formes prismatiques irrégulières : tels sont la plupart des porphyres. Ils doivent cette forme à la même cause que les basaltes. Certains grès, les gypses de Montmartre, et surtout ceux d'Argenteuil, ont aussi une certaine tendance à la disposition prismatique.

Structure d'agrégation.

La *structure d'agrégation*, propre aux roches composées, indique, ainsi que nous l'avons déjà énoncé, la manière dont se groupent les minéraux qui les constituent. La structure d'agrégation présente les variétés suivantes :

Les roches formées par la réunion des minéraux cristallisés, associés à peu près dans la même proportion, possèdent la structure d'agrégation



granitoïde : le granite en est le type, mais plusieurs autres roches présentent la même structure. La disposition des minéraux qui composent ces roches prouve qu'ils sont contemporains.

Quelquefois, dans les roches granitoïdes, les cristaux de mica et de talc se disposent par bandes, et donnent la structure *granitoïde rubanée.*

Les roches composées d'une pâte compacte, dans laquelle sont disséminés des cristaux contemporains, sont dites *porphyroïdes.*

Certains granites, qui renferment de très-grands cristaux de feldspath, ont, à la fois, la structure granitoïde et la structure porphyroïde : on les appelle des *granites porphyroïdes.*

Une roche formée d'une pâte compacte, sur laquelle se dessinent des noyaux ou amandes de couleur différente de celle de la pâte, possède la structure *amygdaloïde :* ces *amandes* sont des nœuds plus ou moins parfaitement cristallins.

Les amygdaloïdes diffèrent, par conséquent, des porphyres, seulement parce que ceux-ci contiennent des cristaux. Quand les noyaux sont de même nature que la pâte, on dit que la structure est *glanduleuse.* Souvent la structure intérieure de ces noyaux est tout à fait compacte ; quelquefois on y voit des couches concentriques, en partie cristallines. Ce cas, très-rare, se rencontre dans le granite orbiculaire de Corse.

Dans les amygdaloïdes dont les amandes sont de nature différente de celle de la pâte, les amandes présentent presque toujours intérieurement une disposition cristalline; elles se séparent facilement de la pâte et ne se ramifient pas au milieu de la roche. Les agates et les zéolithes forment souvent les noyaux de cette variété d'amygdaloïdes. L'amygdaloïde d'Oberstein, dans le duché du Bas-Rhin, fournit une grande partie des agates rubanées que l'on voit dans le commerce.

Les roches formées par l'association de deux substances réunies en parties à peu près égales, et disposées de manière que l'une enveloppe l'autre dans tous les sens, affectent une structure *entrelacée.* On a donné quelquefois à cette structure le nom d'*amygdaline.*

Le *marbre campan,* composé de noyaux calcaires empâtés par un schiste argileux verdâtre, est le type de cette structure. Les noyaux calcaires paraissent, dans la plupart des cas, appartenir à des fossiles particuliers (nautiles ou clymenies), disséminés dans du schiste.

Lorsqu'aucune substance n'est dominante et que les minéraux sont mélangés d'une manière indistincte, la roche présente la structure irrégulière. Les roches de *jade* et de *diallage*, ainsi que celles de *calcaire* et de *serpentine*, en offrent des exemples.

Certaines roches sont composées de fragments ou de grains de roches plus anciennes, réunis par un ciment quelconque : on leur a donné le nom d'*arénacées*. Si les fragments sont anguleux, la roche est une *brèche;* lorsqu'ils sont arrondis et assez gros, ils constituent par leur réunion un *poudingue;* enfin, si les fragments sont à la fois arrondis et très-petits, ils forment les grès.

Lorsque les fragments qui entrent dans la composition des roches arénacées sont réduits à une ténuité extrême, la roche produite par leur réunion devient homogène : les argiles sont presque toutes le résultat d'une action semblable. On applique la dénomination de structure *argileuse* aux roches qui présentent ces caractères. On trouve fréquemment des passages insensibles des poudingues aux grès, et des grès aux argiles, qui forment le dernier échelon des roches arénacées.

La plupart des produits volcaniques sont bulleux et scoriacés : cette disposition, propre aux roches ignées modernes, en a fait désigner une partie sous le nom de *scories*. Le nom de *laves* s'applique aux roches qui, avant de se solidifier, ont préalablement coulé sur la surface du sol.

Roches granitoïdes.

Le *granite* est peut-être la roche la plus généralement répandue sur le globe; elle forme la base de son écorce, et, lorsqu'elle ne constitue pas la surface du sol, cela tient à ce qu'elle est recouverte par des terrains d'origine plus moderne. Le granite ne présente pas toujours une identité complète de composition : de là naissent les diverses variétés de roches feldspathiques qui ne sont, pour la plupart, que des modifications du granite. Cette roche est formée d'un mélange de feldspath (orthose), de quartz et de mica à l'état cristallin. Ces éléments sont susceptibles de beaucoup de variations. Le quartz y affecte rarement des formes déterminables, il est presque toujours en grains; et cependant, dans quelques granites, on distingue des sommets pyramidaux caractéristiques de cette substance.

Le mica, toujours en lames, se présente avec des couleurs différentes : il est alternativement noir, vert ou argentin. Un certain nombre de granites contiennent, à la fois, des lamelles de ces différentes variétés de mica.

Le feldspath est aussi très-variable dans sa structure et sa couleur; les cristaux, parfois de six lignes à un pouce de longueur, présentent des facettes nombreuses, comme dans le granite de Baveno. Le plus ordinairement il est en masses lamelleuses; quelquefois il est simplement grenu : dans cette dernière circonstance, le granite est à grains fins. Les couleurs habituelles du feldspath sont le rose et le blanc; il est quelquefois gris, bleuâtre, et, dans des circonstances rares, il est d'un très-beau vert.

Beaucoup de granites contiennent, à la fois, deux variétés de feldspath distinctes par leur couleur et par leur état cristallin : l'un rose, par exemple, et l'autre blanc verdâtre. Fréquemment ces deux espèces de feldspath sont différentes : le rose, toujours plus lamelleux, est le feldspath proprement dit ou l'*orthose;* le second est quelquefois de l'*albite*.

Quand l'un de ces feldspaths se présente sous forme de grands cristaux qui se dessinent sur une pâte uniformément grenue, on dit que le granite est porphyroïde.

Beaucoup de granites se décomposent et donnent du kaolin plus ou moins parfait. Cette circonstance, fréquente dans les montagnes du centre de la France, n'existe pas dans les Alpes, ce qui établit une différence curieuse entre les granites de ces deux régions.

Le granite contient beaucoup de minéraux contemporains; les principaux sont : la *tourmaline*, l'*amphibole*, le *sphène*, l'*étain oxydé*, le *triphane*, le *rutile*, l'*épidote*, le *molybdène sulfuré*, le *corindon*, les *grenats*, l'*émeraude*, la *topaze*, le *zircon*, la *pyrite*, les *fers oligiste* et *oxydulé*, la *cymophane*.

Gneiss. Les lames de mica, disséminées dans les granites d'une manière irrégulière, se placent quelquefois parallèlement à un plan; elles produisent alors des zones qui donnent un aspect rubané à la roche. Celle-ci prend alors le nom de *gneiss* ou celui de *granite rubané* ou *schisteux*.

Le gneiss est associé au granite; souvent ces deux roches passent, par degrés insensibles, de l'une à l'autre. Cependant, dans le plus grand nombre des cas, le gneiss recouvre le granite, c'est-à-dire qu'il se trouve interposé entre cette roche et les terrains de sédiment. Les gneiss contiennent fréquemment de la *tourmaline*, des *grenats*, du *sphène*, du *fer oxydulé*, du *molybdène sulfuré*, etc.

Granite graphique ou *pegmatite*. Le quartz, ordinairement en grains dans les granites, se présente, dans quelques circonstances, en cristaux incomplets : souvent, alors, le mica manque presque complétement. Les axes des cris-

taux de quartz étant parallèles entre eux, la roche présente une disposition particulière qui rappelle la forme des caractères hébraïques, et qui lui a fait donner le nom de *granite graphique;* elle est désignée également par le mot de *pegmatite*. Quand cette roche contient du mica, il est presque toujours d'un blanc argentin. La *tourmaline* est la compagne habituelle du granite graphique. Cette roche forme fréquemment la gangue de l'*étain oxydé*.

La *leptynite* ou *weisstein* est un feldspath grenu blanc, quelquefois rosé, un peu esquilleux dans sa cassure; il forme un accident dans le granite, et il passe insensiblement à cette roche.

Greisen. On donne ce nom à un granite qui ne contient presque point de feldspath. M. Brongniart l'a désigné par le mot de *hyalomicte*. Cette roche accompagne fréquemment les mines d'étain.

Schorl-rock. Cette roche, composée de quartz et de tourmaline, est, ainsi que la suivante, une dégradation du granite: la tourmaline y remplace le mica.

Topas-fels. Cette roche, qui se trouve exclusivement en Saxe, est composée de topaze, de quartz et de tourmaline.

Granite talqueux ou *protogyne*. Dans certains granites, particulièrement dans ceux des Alpes, le mica est remplacé par du talc. Cette roche, qui est celle du Mont-Blanc, a été désignée par M. de Jurine sous le nom de *protogyne*. Elle contient fréquemment, comme les granites ordinaires, deux feldspaths : l'un, lamelleux blanchâtre, est le feldspath proprement dit; l'autre, peu lamelleux et verdâtre, est probablement de l'albite. La protogyne contient des pyrites, du sphène, du molybdène sulfuré, des grenats, du rutile, de l'anatase, etc.

Gneiss talqueux. C'est une protogyne dans laquelle le talc est disposé par bandes.

Syénite. Certains granites contiennent de l'amphibole en quantité assez considérable. Dans ce cas, le mica est presque toujours en faible proportion. Cette substance est alors, en partie, remplacée par l'amphibole : il en résulte donc une roche particulière qu'on désigne sous le nom de *syénite*.

Le quartz y est, en général, moins abondant que dans les granites. Quelques syénites sont composées exclusivement de feldspath et d'amphibole; cependant il est rare qu'elles soient privées entièrement de quartz.

Les syénites sont susceptibles de devenir porphyroïdes, et de prendre toutes les variétés qu'offrent les granites.

Elles contiennent, accidentellement à peu près, les mêmes minéraux que ces dernières roches: nous mentionnerons particulièrement le *zircon*, qui existe avec quelque abondance dans la syénite de Christiana, en Norwége. Cette roche, que M. de Buch a nommée *syénite zirconienne*, est remarquable parce qu'elle repose sur des calcaires de transition avec fossiles: c'est le premier exemple qu'on ait cité de la superposition d'une roche granitoïde sur des roches stratifiées. Depuis l'époque où cette découverte importante a été faite par M. de Buch, on a trouvé beaucoup d'autres exemples assez analogues.

Quand les gneiss contiennent de l'amphibole au lieu de mica, ils passent à une *syénite schisteuse*. Cette roche est très-fréquente en Bretagne, surtout dans les environs de Nantes.

Roches porphyriques.

Porphyres. Ces roches sont composées d'une pâte feldspathique et de cristaux de feldspath. Il arrive souvent que la pâte est mélangée d'un peu d'amphibole : les porphyres sont alors verdâtres. Le porphyre vert antique appartient à cette classe de roches. Les porphyres sont, en général, rougeâtres quand le feldspath est pur.

Les porphyres sont quelquefois à base de *feldspath terreux:* ces derniers appartiennent à une classe particulière de porphyres associés principalement aux terrains de grès rouge. Les Allemands les désignent sous le nom de *thon-porphyr*, qui signifie porphyre argileux. (M. Brongniart a donné à cette roche le nom d'*argilophyre*.)

Porphyre quartzifère. Le feldspath compacte contient fréquemment des grains de quartz; mais, lorsque cette substance est cristallisée, et que sa proportion est un peu considérable, l'association de ces deux minéraux produit la roche désignée sous le nom de *porphyre quartzifère*. Elle se compose donc d'une pâte compacte esquilleuse, dans laquelle sont disséminés des cristaux de feldspath orthose ou d'albite avec des grains de quartz, ayant fréquemment la forme d'une double pyramide à six faces. La pâte, très-souvent rouge, quelquefois bleuâtre, devient, dans certaines circonstances, terreuse : les porphyres passent alors aux *porphyres argileux* ou *thon-porphyr*, dont nous avons parlé ci-dessus. On voit de nombreux exemples de cette variété de porphyre en Saxe et dans le Cornouaille. Les porphyres quartzifères, désignés dans cette dernière contrée par le nom d'*elvan*, se décomposent facilement et donnent du kaolin un peu fusible.

La pâte de ces porphyres est souvent *albitique*.

Dans quelques circonstances, les cristaux de feldspath que renferment les porphyres deviennent simplement des nœuds cristallins: le porphyre prend alors le nom de *feldspath glanduleux*. Ces roches sont abondantes en Corse et dans les montagnes des environs d'Édimbourg. Les nœuds cristallins qu'elles renferment paraissent plus durs que la pâte; ils résistent davantage à la décomposition, et ils forment des inégalités à la surface de la roche, circonstance qui lui a valu le nom de *variolithe*. Quelquefois ces nœuds cristallins ont, à la fois, une structure concentrique et rayonnée : dans ce cas, la tendance cristalline est plus prononcée.

Le granite orbiculaire de Corse appartient à cette espèce. M. Brongniart l'appelle *pyroméride*. Ces roches sont peu nombreuses.

Le feldspath glanduleux n'est pas pur; il est généralement mélangé de quartz : c'est à cause de ce mélange qu'il a reçu le nom particulier de *pyroméride*.

Feldspath compacte (*pétrosilex* de Dolomieu et *eurite* de M. Brongniart).

Lorsque les porphyres ne contiennent pas de cristaux, ils passent à une roche particulière désignée sous les noms de *feldspath compacte* et de *pétrosilex*.

Le feldspath compacte forme des roches assez puissantes, le plus ordinairement associées aux porphyres : il appartient, par conséquent, à des terrains d'âges très-différents, les porphyres s'étant fait jour dans presque toutes les formations géologiques.

Le pétrosilex ne contient pas la quantité de potasse propre au feldspath; quelques pétrosilex même renferment de la soude au lieu de potasse : il est donc probable que sous ce nom sont réunis, à la fois, des feldspaths, des albites et des labradors compactes.

Feldspath résinite. Associées aux porphyres quartzifères, on trouve des roches que l'on désigne sous les noms de *feldspath résinite*, de *rétinite* et de *pechstein* (pierre de poix), à cause de leur cassure et de leur éclat, qui sont analogues à ceux de la résine.

Le feldspath résinite est le plus ordinairement pur; quelquefois il est mélangé de cristaux de feldspath et de grains de quartz. Sa composition s'éloigne beaucoup du feldspath lamelleux : elle contient ordinairement 6 à 8 p. o/o d'eau; de plus, la proportion et la nature de l'alcali que cette roche renferme varient d'une localité à l'autre. Il est donc probable que l'on confond, sous le nom de rétinite, des feldspaths, des albites et des labra-

dors vitreux, confusion analogue à celle que nous venons de signaler pour le *pétrosilex*.

Roches trachytiques.

Roches trachytiques. Les trachytes constituent un ordre de volcans particulier dont les produits paraissent ne pas avoir toujours coulé; ils se sont fréquemment élevés du sein de la terre, à l'état pâteux, sous forme de montagnes arrondies ou en dômes. Cependant ils ont aussi formé quelquefois des nappes épaisses et qui paraissent s'être répandues sur un sol horizontal. Il résulte de ces circonstances que les trachytes se sont refroidis lentement, et qu'ils ont cristallisé à la manière des granites. Ces roches sont composées d'un minéral particulier, connu anciennement sous le nom de *feldspath vitreux,* et que M. Gustave Rose a appelé *ryacolithe*. Cette substance, à l'état de petits cristaux, forme une pâte âpre au toucher, et remplie de cellules, dans lesquelles on distingue des cristaux qui donnent à la roche une apparence porphyroïde. Le ryacolithe est associé à de l'albite, également en petits cristaux. Dans quelques trachytes, comme ceux de la Hongrie, cette dernière substance paraît, d'après M. Beudant, former la masse principale : il en est de même dans les Andes. Il y aurait donc des trachytes de différentes espèces, et ce nom indiquerait plutôt un genre de roches qu'une roche particulière. On a désigné quelquefois, sous le nom d'*andésite,* les trachytes albitiques. Les trachytes contiennent de l'*amphibole,* du *pyroxène,* du *mica* et du *fer oxydulé titanifère* en très-petits cristaux. On y trouve accidentellement de la *haüyne,* etc.

Les trachytes présentent plusieurs variétés, dont les principales sont :

Trachytes granitoïdes. Roches analogues aux granites par le mélange assez homogène des cristaux. Ils contiennent de l'*amphibole* et du *mica*.

Trachytes micacés amphiboliques. Ce sont les précédents, dans lesquels ces deux substances sont assez abondantes pour donner un aspect particulier à la roche : ils sont fréquents en Hongrie.

Trachytes porphyroïdes. Trachytes dans lesquels il existe des cristaux de ryacolithe assez considérables, qui se dessinent sur une pâte composée de petits cristaux microscopiques : les trachytes du Mont-Dore sont de cette nature.

Porphyres trachytiques. On donne ce nom à des trachytes à grains extrêmement fins, presque compactes, dans lesquels sont enclavés des grains de quartz ordinairement assez petits : ces porphyres ont de l'analogie avec les porphyres quartzifères. M. Beudant indique qu'ils sont abondants dans les terrains trachytiques de la Hongrie.

Dômite. C'est un trachyte à grains très-fins, se désagrégeant entre les doigts et ayant un aspect vitreux : examiné à la loupe, on reconnaît qu'il est composé d'une multitude de petits cristaux. Il est très-âpre au toucher, contient quelques paillettes de mica et des lamelles d'amphibole. D'après sa composition, le feldspath qu'il contient paraît être du ryacolithe. On n'y distingue pas de grains de quartz; cependant le dômite contient de la silice en excès. Cette roche forme la montagne du Puy-de-Dôme dans son entier : on la retrouve dans les groupes du Mont-Dore et du Cantal.

Perlithe ou *perlstein*. Les terrains trachytiques sont associés dans quelques cas, notamment en Hongrie, avec des roches vitreuses, grises, composées de globules plus ou moins réguliers, dont la cassure, quelquefois rayonnée, est plus souvent testacée, et qui ont une certaine analogie avec des perles par leur couleur et leur éclat. Les perlithes ont une composition analogue à celle des trachytes: il est donc probable que leur texture particulière est due aux circonstances qui ont accompagné leur refroidissement. Ils contiennent accidentellement des cristaux d'albite et de ryacolithe, des paillettes de mica, de l'amphibole et même des cristaux de quartz bipyramidés.

Obsidienne. Verre volcanique ressemblant à un laitier de haut fourneau. Cette roche, d'un vert noirâtre très-foncé, contient accidentellement du pyroxène et des cristaux de ryacolithe; elle passe quelquefois au trachyte. Le tuf ponceux d'Astroni, près de Naples, contient beaucoup de fragments de trachytes dont la pâte vitreuse est analogue à l'obsidienne. L'obsidienne se boursoufle très-fortement au chalumeau. Sa composition indique tantôt de la potasse, de la soude, ou ces deux alcalis à la fois : elle appartient donc à la famille des feldspaths. Le plus ordinairement elle paraît représenter le ryacolithe.

L'obsidienne ressemble à la rétinite ou feldspath vitreux; mais cette dernière roche, beaucoup plus ancienne, est associée au porphyre quartzifère.

La *pierre ponce* est de l'obsidienne devenue fibreuse par le passage d'une multitude de bulles qui l'ont traversée verticalement. Cette roche présente, au plus haut degré, l'âpreté des trachytes; elle contient souvent des cristaux de ryacolithe.

Phonolithe. Cette roche paraît être un trachyte mélangé avec un zéolithe; du moins, l'analyse indique qu'elle est formée d'une partie soluble dans les acides, dont la composition se rapproche de celle de la mésotype, et d'une partie insoluble analogue au ryacolithe. Les phonolithes sont des

roches à la fois tabulaires et schisteuses. Dans le Mont-Dore, une masse de phonolithe exploitée pour ardoises grossières a reçu le nom de *roche tuilière*. La cassure des phonolithes est esquilleuse; ils sont très-sonores sous le marteau. Cette circonstance particulière leur a fait donner, en allemand, le nom de *klingstein* (pierre sonore).

Roches amphiboliques.

Diorite. (*Diabase* de M. Brongniart ou *grünstein* de Werner.) Cette roche, complétement cristalline, est composée d'*amphibole hornblende* grenu et d'albite lamelleux fréquemment en cristaux maclés; l'angle rentrant que présentent les macles d'albite suffit pour les faire reconnaître. Souvent plusieurs cristaux d'albite sont réunis ensemble, et les lignes formées par les macles dessinent des stries différemment éclairées, qui fournissent un caractère très-facile pour reconnaître cette substance.

Les diorites renferment rarement du quartz, circonstance qui les distingue des syénites : en outre, dans cette dernière roche, le feldspath, beaucoup plus lamelleux que l'albite, est souvent rose. Les diorites contiennent accidentellement du *mica*, des *grenats*, des *émeraudes*, des *pyrites* et du *fer oxydulé*: cette dernière substance y est très-fréquente. Quelquefois ces diorites sont à très-grands cristaux d'amphibole : on a trouvé dans l'Oural des diorites dont les cristaux présentent une circonstance singulière, c'est de posséder le clivage de l'amphibole avec la forme extérieure du pyroxène. M. Rose les a nommés *uralithes*.

Diorite porphyroïde ou *porphyre dioritique*. Cette roche présente une pâte compacte verdâtre, et dans laquelle sont disséminés des cristaux d'amphibole et d'albite. Rarement cette dernière substance est lamelleuse; néanmoins on peut encore y reconnaître des macles. Elle présente toujours aussi une légère teinte verte. Cette roche contient quelquefois des cristaux dodécaèdres de *grenat*, du *mica*, des *pyrites*, du *fer oxydulé* et des *pyrites cuivreuses*. Les mines de fer de Suède et la mine de cuivre de Fahlun sont exploitées dans ce terrain.

Dans quelques circonstances, le diorite porphyroïde contient des veinules de *chaux carbonatée;* il fait alors effervescence. Il existe une roche de cette nature à Schemnitz en Hongrie, et dans les environs de Morlaix en Bretagne : cette dernière a reçu le nom de *fragline*.

Les ophites des Pyrénées sont presque tous des diorites porphyroïdes; quelques-uns, cependant, appartiennent aux roches dites *pyroxéniques*. Peut-être l'*uralithe* y joue-t-il souvent un rôle.

Diorite amygdaloïde. Un grand nombre d'amygdaloïdes et de variolithes, particulièrement celles du Drac, dans le département de l'Isère, dans lesquelles sont des amandes de chaux carbonatée, paraissent appartenir à cette espèce de diorite.

Le granite vert orbiculaire de Corse est également un diorite.

Lorsque les cristaux d'albite disparaissent, les diorites passent à des amphibolithes, roches en général peu abondantes, du moins quand elles sont pures : dans ce cas, l'amphibole est en cristaux allongés, accolés longitudinalement, et la roche devient schisteuse. Les Allemands leur donnent le nom de *hornblende-schiefer*, que l'on peut traduire par l'expression de *schiste amphibolique*.

Lorsque les roches amphiboliques sont compactes, que le grain est complétement invisible, elles prennent le nom de *cornéennes* ou d'*aphanites*.

Les cornéennes se distinguent entre elles par les épithètes de dures ou de tendres.

La plupart des roches *pyroxéniques* contiennent plus de labrador que de pyroxène; mais celui-ci, étant noir, les colore fortement, et leur donne un caractère particulier. Roches pyroxéniques.

Lherzolithe. Cette roche est la seule qui soit composée exclusivement de pyroxène. Elle est d'un vert assez clair; sa cassure est esquilleuse. On distingue, dans les petites fentes qui la traversent, ou dans les géodes qui y existent, des cristaux de pyroxène.

La lherzolithe forme des mamelons, des petites collines isolées, au milieu du terrain de transition et des terrains secondaires des Pyrénées; elle est donc fort moderne. L'étang de Lherz, dans les montagnes de l'Ariége, est adossé à une colline de cette nature, et le nom de la roche est emprunté à cette localité.

Dolérite. C'est un mélange grenu de cristaux de labrador et de pyroxène, ayant une texture granitoïde : le labrador est lamelleux, mais sans forme; on y distingue cependant, quelquefois, des stries longitudinales qui annoncent que cette substance est à l'état de macle. Les dolérites contiennent des cristaux de *fer oxydulé* et de l'*amphibole* : cette dernière circonstance les fait quelquefois ressembler au diorite; mais cette dernière roche est albitique.

Mélaphyres ou *porphyres augitiques.* Ils sont composés des mêmes éléments que les dolérites; seulement leur état est différent: ils présentent une pâte presque compacte, formée par de très-petits cristaux de labrador et de pyroxène mélangés, sur laquelle se dessinent des cristaux plus grands de ces deux substances. Le labrador est prédominant. Les cristaux de cette substance n'y sont pas généralement transparents; ils sont simplement translucides. Les cristaux de pyroxène, ordinairement nets et bien déterminés, sont très-lamelleux.

Ces porphyres renferment souvent des *pyrites*, mais jamais de grains de *quartz :* circonstance qui les distingue, dès la première vue, des porphyres ordinaires. Ils ne contiennent pas de péridot.

Les mélaphyres sont quelquefois amygdaloïdes; les amandes sont composées d'arragonite, de zéolithes divers, d'épidote vert et d'agate.

Basaltes. Ils sont composés, comme la dolérite, de cristaux de pyroxène et de labrador mélangés intimement; ces cristaux sont d'une grande ténuité, ce qui donne à la roche une apparence de compacité : les basaltes sont, par conséquent, analogues à la pâte des mélaphyres. Cependant le pyroxène y est en plus grande proportion.

Le labrador ne forme pas de cristaux isolés dans le basalte; le pyroxène y est, au contraire, très-souvent à cet état. On y trouve habituellement des grains cristallins de *péridot,* dont la couleur jaune verdâtre contraste fortement avec le noir bleuâtre du basalte : la présence du péridot est caractéristique du basalte. Cette roche volcanique contient du fer *oxydulé titanifère,* de l'*amphibole,* des *pyrites,* du *zircon,* du *mica noir,* etc. Lorsqu'elle se présente sous la forme d'amygdaloïde, les noyaux sont tantôt d'*arragonite,* de *mésotype,* de *stilbite* ou d'*agate.*

Outre ces minéraux intimement mélangés dans le basalte, cette roche empâte quelquefois des fragments de roches, tels que granite, gneiss, quartz et calcaire.

Les basaltes possèdent fréquemment la forme prismatique; ils se décomposent souvent en masses sphéroïdales.

Les basaltes passent aux laves basaltiques, aux scories et aux tufs basaltiques, ainsi qu'à des argiles particulières, désignées sous le nom de *wackes.*

On donne le nom de *trapp* à des roches compactes et noirâtres comme les basaltes, mais dont les éléments sont indiscernables, et qui présentent beaucoup d'analogie avec la pâte des porphyres dioritiques et des porphyres pyroxéniques. Comme on ne laisse dans cette classe que les roches dont on ne connaît pas encore la constitution, leur nombre diminuera à mesure qu'on les étudiera davantage. Ces roches possèdent fréquemment la division prismatique; souvent elles sont amygdalaires, et les noyaux qu'elles renferment sont composés de *zéolithes*, d'*agate*, de *chabasie*, etc., et même de *strontiane sulfatée*.

Quelquefois les trapps contiennent des cristaux blancs appartenant au groupe feldspathique : ceux en filons dans le terrain houiller du comté de Durham, en Angleterre, offrent cette circonstance particulière.

Les roches formées par un mélange de labrador et d'hypersthène à l'état cristallin sont désignées sous le nom de *syénite hypersthénique* ou d'*hypérite*. Le labrador y est dominant. Les cristaux, de couleur très-variable, sont ordinairement blancs. Lorsque ces roches sont à grains fins, il est difficile de les distinguer des diorites, des dolérites et des mélaphyres. La facilité du clivage de l'hypersthène donne un moyen de distinguer les roches qui en sont composées de celles qui contiennent du pyroxène. Roches hypersthéniques.

Euphotide. C'est un mélange grenu et à gros grains de diallage et d'un minéral particulier, dont la nature n'est pas bien connue, auquel on a donné le nom de jade, et qui appartient à la famille des feldspaths. On l'assimile, en général, au labrador; mais il a une cassure compacte esquilleuse, tandis que le labrador est, au contraire, lamelleux. Le jade est ordinairement très-dominant, surtout dans les euphotides des Alpes. Dans celles de Corse, le diallage est en proportion assez considérable : la belle couleur verte qu'il possède dans cette roche lui a fait donner le nom de *verde di Corsica*. L'euphotide porte aussi le nom de *gabro* : on se sert particulièrement de cette dénomination en Toscane, où cette roche est assez abondante, et les géologues allemands en font fréquemment usage.

Le diallage s'associe quelquefois à l'amphibole. Certains porphyres paraissent être à base de jade : cette substance, alors colorée en vert clair, contient des cristaux mal terminés qui appartiennent peut-être au labrador. Quand ils sont arrondis, la roche devient amygdalaire. La variolithe de la

Durance en offre un exemple : la pâte est jadienne; mais les noyaux, qui sont verdâtres, ne présentent pas de tissus lamelleux.

La *serpentine* forme des masses puissantes, intercalées dans les terrains de sédiment; elles constituent une chaîne presque continue sur le revers italien des Alpes du Piémont : ces mêmes masses serpentineuses ressortent dans un grand nombre de points des Apennins, surtout aux environs de Gênes. Cette roche est fréquemment associée à l'euphotide. La serpentine, presque toujours pure, admet, comme minéraux accidentels, du *jade*, du *labrador*, du *diallage* disséminé quelquefois d'une manière assez homogène, de l'*asbeste* en petits filons, de l'*amphibole*, des *grenats*, de la *pyrite*, du *fer oxydulé* et du *fer chromé*. La serpentine est la gangue habituelle de ce dernier minerai, qui fournit le chrome aux arts. Le fer chromé y forme des amas plus ou moins considérables : il paraît que c'est aussi le chrome qui colore la serpentine en vert, au moins dans beaucoup de cas.

La serpentine contient fréquemment des veines irrégulières de calcaire. L'opposition de ces deux nuances donne à la roche un aspect fort agréable: elle est alors exploitée pour marbre.

M. Brongniart a donné à cette roche le nom d'*ophiolithe*.

Roches micacées.

Le mica ne forme que rarement des roches à lui seul : dans les Vosges, on trouve cependant des masses assez considérables, qui sont presque entièrement micacées et jouent un rôle important; elles sont constamment en relation avec les filons métalliques et les dolomies. Cette roche, qui paraît éruptive, a été désignée sous le nom de *minette*.

La véritable roche où le mica domine est :

Le *schiste micacé*, *micaschiste* de M. Brongniart, composé de mica et de quartz. Le mica, qui est fort abondant, lui communique une structure schisteuse très-prononcée. Le schiste micacé passe, par des transitions insensibles, au gneiss, et souvent il est difficile de placer la limite entre ces deux roches. Cependant les schistes micacés sont plutôt en relation avec les terrains stratifiés qu'avec les granites.

Le schiste micacé renferme fréquemment de l'*amphibole*, de la *tourmaline*, des *pyrites*, des *grenats*, du *feldspath*, des rognons de *quartz laiteux*, des *macles*, de la *staurotide*, de l'*émeraude*, du *corindon*, du *graphite*, etc... Dans quelques schistes micacés, le mica est remplacé par du fer oxydulé :

on en voit un exemple dans la mine de Combenègre, près Villefranche d'Aveyron. Au Brésil, le remplacement est fait par du fer oligiste. La roche particulière qui en résulte a reçu le nom de *itacolumite*.

Roches talqueuses.

Roches talqueuses. On comprend sous cette dénomination les roches où le talc domine : ce sont presque toujours des roches schisteuses. Elles présentent, en quelque sorte, la contre-partie du schiste micacé.

Schiste talqueux ou *talcschiste.* Le schiste talqueux ou talcschiste est composé de quartz et de talc. La distinction de cette roche et du schiste micacé est quelquefois difficile : il serait possible que fréquemment une même roche contînt, à la fois, du mica et du talc.

Chlorite schisteuse et *pierre ollaire.* Associées à la roche précédente, on trouve fréquemment des roches vertes en petites lames, composées essentiellement de silicate de magnésie, qui ont reçu les noms de chlorite, de chlorite schisteuse et de pierre ollaire. Ces roches contiennent très-souvent de l'*amphibole*, de l'*albite*, du *fer oxydulé*, du *disthène*, des *grenats*, de la *staurotide* et de l'*asbeste*.

La plupart des roches talqueuses paraissent être métamorphiques, c'est-à-dire produites par des altérations qu'elles ont éprouvées postérieurement.

Roches de quartz.

Le quartz hyalin ne forme pas de roches à lui seul; mais il entre, ainsi que nous l'avons vu, dans un grand nombre de roches, principalement dans les granites. On trouve cependant des roches qui, presque entièrement quartzeuses, offrent seulement quelques paillettes de mica et possèdent une disposition schisteuse : elles paraissent être une dégradation du schiste micacé.

Le quartz compacte constitue des couches nombreuses dans les Alpes. Dans beaucoup de circonstances, ce quartz compacte paraît n'être qu'un grès : mélangé de mica et de talc, il devient quelquefois schisteux. Les feuillets de cette roche sont très-plans, et, lorsqu'elle se débite en plaques n'ayant que quelques lignes d'épaisseur, elle est alors employée pour dalles et même quelquefois comme ardoises.

Le quartz compacte ou quartzite de la Bretagne et des Pyrénées dépend des terrains de transition; celui des Alpes est beaucoup plus moderne, il appartient au terrain jurassique. Les uns et les autres sont de véritables grès, dont les grains ont cessé d'être discernables.



Le *quartz lydien*, appelé *kiesel-schiefer* par les Allemands, forme des couches dans les terrains de transition : ce quartz, toujours d'un beau noir, est ordinairement traversé par de nombreuses veines de quartz blanc. Cette roche, abondante dans les Pyrénées, est appelée *schiste siliceux* par M. de Charpentier.

Le *quartz silex* forme des petites couches au milieu des calcaires du Jura et dans le terrain de craie ; mais sa manière d'être la plus habituelle est en rognons dans ces deux terrains. Ces rognons, souvent disposés sur la même ligne, constituent, par leur ensemble, de véritables couches de silex au milieu des terrains qui les contiennent. Une variété de quartz silex, désignée le plus ordinairement sous le nom de *meulière*, se trouve aussi, en masses puissantes plus ou moins continues, dans les terrains tertiaires des environs de Paris. On donne quelquefois le nom de *chert* à des silex opaques et mélangés intimement d'un peu de chaux carbonatée. Les cherts sont abondants dans le terrain de grès vert.

Le *jaspe* est un quartz compacte mélangé de parties argileuses ; il est opaque et ordinairement fortement coloré en rouge, en vert ou en noir. Le jaspe forme, comme le silex, des couches discontinues à la partie inférieure du calcaire du Jura.

Des calcaires. On donne le nom de *calcaire* aux roches composées de chaux carbonatée.

Cette substance peut être pure ou mélangée, à l'état cristallin, saccharoïde, compacte ou terreuse.

Pure, elle forme des calcaires saccharoïdes ou compactes.

Mélangée, elle peut contenir une infinité de substances. Les mélanges habituels sont de l'*argile* et du *carbonate de magnésie*. Lorsque cette dernière substance est en proportion variable, elle forme des *calcaires magnésiens ;* quand le carbonate de magnésie est en proportion définie, de manière qu'il y ait un atome de carbonate de chaux et un atome de carbonate de magnésie, il en résulte une roche particulière, à laquelle on a donné le nom de *dolomie* en l'honneur de Dolomieu, qui l'a observée le premier.

Les calcaires saccharoïdes sont à gros ou à petits grains. Les marbres statuaires grecs, particulièrement le *marbre de Paros*, sont à très-gros grains, presque lamelleux ; celui de Carrare, au contraire, est grenu.

Les calcaires saccharoïdes constituent les marbres statuaires : comme ils ne renferment pas de fossiles, on les a très-longtemps regardés comme primitifs. Cependant l'étude de leur position géologique a prouvé que la plu-

part sont assez modernes. Leur état cristallin est dû au changement de texture ou métamorphisme qu'ils ont éprouvé par l'action des roches ignées, arrivées au jour à une époque postérieure à leur dépôt.

Le marbre de Carrare, employé presque exclusivement par les statuaires, fait partie du terrain jurassique.

Les calcaires saccharoïdes renferment quelquefois des grains de quartz et des cristaux d'albite. Quand ces cristaux sont nombreux, la roche prend le nom de *calciphyre*. On trouve aussi, dans les calcaires saccharoïdes, du *grenat*, du *pyroxène*, du *mica*, du *talc*, des *pyrites*, du *fer oxydulé*, de la *trémolite* et de la *hornblende* : dans ce dernier cas, ils passent à l'*hémithrène*. Les *marbres cipolins* sont des calcaires saccharoïdes devenus rubanés par la présence du mica.

Outre les véritables calcaires saccharoïdes, il existe des calcaires qui contiennent une grande quantité de lamelles, quelquefois assez nombreuses pour faire croire que la roche est saccharoïde; mais ces lamelles sont dues à des fossiles qui ont été remplacés par du calcaire spathique ou qui ont conservé leur texture spathique naturelle. Pour les distinguer du calcaire saccharoïde, on les appelle *calcaires sublamellaires*.

Calcaires compactes. Ces roches sont très-abondantes dans tous les terrains, excepté dans les primitifs.

Les caractères extérieurs ne suffisent pas pour distinguer le terrain auquel appartiennent les calcaires compactes; il faut, pour les connaître, observer leur position géologique.

Le calcaire compacte renferme fréquemment du sable disséminé, de l'argile, du fer et du bitume : suivant ces mélanges, il est terreux ou coloré différemment; quelquefois il est feuilleté et comme schisteux.

Dans les terrains de transition, le calcaire compacte est ordinairement esquilleux et translucide sur les bords. Outre cette variété, les terrains de transition renferment aussi des calcaires compactes ordinaires. Lorsqu'ils sont purs, ils ont une cassure esquilleuse et conchoïde à la fois; quand ils sont mélangés, leur cassure est fréquemment terreuse.

On donne aux calcaires des noms en rapport avec leur position géologique et avec leur texture.

Certaines formations contiennent des couches de calcaires composées de petits grains ronds soudés ensemble et fort analogues à des œufs de pois-

son. On les a désignés sous le nom de *calcaires oolithiques*, et les couches qui les renferment s'appellent formations oolithiques. Elles dépendent du calcaire du Jura.

Les calcaires désignés sous les noms de *jurassiques* et *oolithiques* contiennent fréquemment une assez grande quantité de corps organisés à l'état spathique : ce mélange donne quelquefois à la roche une structure lamellaire qui ne lui est pas propre.

Quand les coquilles ont conservé leur têt, le calcaire offre parfois des reflets nacrés qui communiquent, dans quelques cas, à cette roche un aspect assez agréable : il fournit alors un marbre particulier appelé *lumachelle*.

Calcaire crayeux. Le terrain de *craie*, le plus moderne des *terrains secondaires*, présente souvent des calcaires blancs terreux qui ont reçu le nom particulier de *craie*. Il résulte des dernières découvertes microscopiques de M. Ehrenberg que la craie est composée, en entier, des têts accumulés de petits animaux microscopiques appartenant, pour la plupart, à la classe des polythalames. La matière d'un grand nombre d'autres variétés de calcaire a probablement une origine semblable.

Calcaire siliceux. Il est compacte, blanc, à cassure conchoïde. Il contient de la silice : cette substance, disséminée dans la pâte, y forme aussi de petites concrétions analogues aux agates. Le calcaire siliceux est abondant aux environs de Paris ; il appartient au terrain tertiaire, et il est caractérisé par la présence de coquilles d'eau douce. On y remarque une infinité de cellules disposées verticalement : on dirait autant de canaux qui ont servi au dégagement des gaz qui ont traversé le calcaire au moment où il se déposait.

Calcaire marneux. C'est un calcaire mélangé d'argile, ayant l'aspect terreux et se délitant facilement. Il passe à la marne quand l'argile y entre pour environ moitié de son poids.

Calcaire bitumineux. Beaucoup de calcaires compactes contiennent une certaine quantité de bitume : quand cette substance y existe en quantité un peu considérable, le calcaire est coloré en brun, présente un aspect terreux et exhale une odeur pénétrante. On le désigne alors sous le nom de calcaire bitumineux. Depuis quelques années, cette roche est devenue d'un haut intérêt dans l'industrie.

Dolomie. Cette roche, composée d'un atome de carbonate de chaux et d'un



atome de carbonate de magnésie, existe dans tous les terrains secondaires; elle y occupe, en général, des positions anomales.

Les dolomies présentent des variétés de texture analogues à celles des calcaires.

Dolomies saccharoïdes. Elles se composent de petits cristaux rhomboïdaux groupés entre eux, mais ne se pénétrant pas, ce qui fait que la roche est fréquemment peu solide et qu'elle présente des petites cellules. Quelquefois les grains sont très-petits; la roche est alors grenue et ressemble à un grès: l'éclat nacré qu'elle présente habituellement décèle sa nature. Elle se désagrége et s'égrène souvent en sable. Sa couleur habituelle est jaunâtre clair.

La dolomie du Saint-Gothard est d'un beau blanc; elle est mélangée de cristaux de *trémolithe* (amphibole blanc) : on y trouve aussi du *corindon*, des *tourmalines*, du *mica*, du *fer oxydulé*, du *talc*, du *pyroxène*, etc.

Dolomies compactes. Ces roches sont très-compactes, à cassure largement conchoïde et sans esquilles, inégale et terreuse en petit. Souvent elles sont caverneuses, et, dans ce cas, elles contiennent des parties friables qui sont de la *dolomie terreuse*. La formation du calcaire magnésien de l'Angleterre offre ce double caractère.

Roches de chaux sulfatée.

La *chaux sulfatée* ou *gypse* est, en général, à l'état grenu; quelquefois cependant ce minéral se trouve en masses fibreuses.

Le gypse existe particulièrement, en grande abondance, dans les terrains modernes, comme ceux de Paris : la montagne de Montmartre en est, en grande partie, composée. Dans ces terrains, le gypse est mélangé d'une certaine quantité de calcaire; il se présente en cristaux plus ou moins gros disséminés dans la roche, qui est alors grenue. On le désigne sous le nom de *gypse calcarifère*.

Le gypse forme aussi des amas allongés ou des couches imparfaites dans le terrain de tryas; il y alterne avec des marnes.

Cette roche constitue, en outre, des amas considérables dans plusieurs terrains : la position anomale de ces amas fait présumer qu'ils sont postérieurs aux terrains auxquels ils sont associés.

La *chaux sulfatée anhydre* ou *anhydrite* constitue également des masses considérables : on la trouve principalement dans les Alpes. Cette roche est extrêmement sujette à passer à l'état de gypse ordinaire par la simple introduction de l'eau, qui fait la seule différence des deux substances; aussi son

gisement ne diffère-t-il pas des deux derniers gisements que nous avons indiqués pour le gypse. La mine de sel de Bex, près de Genève, est exploitée sur un filon de brèche composée de fragments d'anhydrite cimentés par du sel gemme.

Roches diverses.

Le *sel gemme*, le *fer carbonaté*, le *fer oxydé rouge*, le *fer hydraté*, le *silicate de fer*, sont encore des substances qui forment des couches plus ou moins puissantes.

Nous ajouterons à cette nomenclature la *houille*, le *bois bitumineux* et la *tourbe*, quoique ces substances soient le résultat de l'accumulation et de la décomposition des végétaux.

La *houille* constitue des couches dans le terrain auquel elle a donné son nom.

Les *bois bitumineux*, désignés le plus ordinairement sous le nom de *lignites*, se trouvent dans tous les terrains supérieurs au terrain houiller.

La *tourbe* existe à la surface du sol; elle se forme journellement et constitue des couches régulières.

Des laves.

La composition n'est pas la seule circonstance qui imprime aux masses minérales des caractères assez nets et assez constants pour mériter un nom particulier. Quelquefois certains modes de formation communiquent aux roches un caractère indélébile, quelle que soit, du reste, leur composition.

Les roches volcaniques et les roches arénacées sont dans ce cas.

Les laves sont sorties du sein de la terre à l'état liquide, et se sont répandues sur les contreforts des volcans en nappes en général assez minces. Cette double circonstance leur a donné des caractères particuliers. Elles conservent à la fois des traces du mouvement et de l'état fluide dans lequel elles se sont trouvées. Les laves jouissent, comme le verre et les métaux, de la propriété de ne se solidifier que par degrés en se refroidissant, et de rester longtemps à l'état pâteux. Lorsqu'elles sont dans cet état, le mouvement leur imprime des formes particulières qu'elles conservent, à la manière de la cire qui a reçu l'empreinte d'un cachet. Les laves sont bulleuses, scoriacées, étirées, quelquefois même tordues : par leur nature,

elles se rapprochent des basaltes et des trachytes, mais elles n'ont pas l'uniformité de cristallisation de ces deux roches, ce qui conduit à les grouper ensemble sous le nom de *laves*. Quand elles sont très-bulleuses, on les appelle *scories;* on les désigne sous le nom de *lapilli* lorsqu'elles sont en petits fragments, et sous celui de *cendres* quand elles sont en poussière fine.

Roches arénacées.

On donne le nom d'arénacées aux roches formées par la réunion de fragments anguleux ou roulés, cimentés entre eux par une pâte en général de nature différente de celle des fragments et toujours postérieure.

Ces roches sont donc formées aux dépens de roches plus anciennes, détruites, soit par les révolutions successives que le globe a éprouvées, soit par les causes qui agissent tous les jours. Les roches arénacées prennent des noms différents, suivant la forme des fragments et suivant leur grosseur. On les appelle *brèches* quand les fragments sont anguleux, *poudingues* lorsque les fragments sont arrondis et qu'ils ont une certaine grosseur; enfin on leur donne le nom de *grès* lorsque les fragments sont à l'état de petits grains. Les grès micacés, et qui, par suite, ont une texture schisteuse, ont été désignés par M. Brongniart sous le nom de *psammites*, lequel est généralement adopté.

Ces différentes roches arénacées contiennent des fragments durs, résistants et toujours visibles; mais il en est d'autres dont les éléments sont tellement ténus qu'elles ont une apparence homogène : telles sont les *argiles*, formées, pour ainsi dire, de vase solidifiée. L'origine de la plupart d'entre elles est donc analogue à celle des roches arénacées; il en est de même des *schistes argileux*, qui présentent un passage à l'argile.

Seulement, des causes postérieures ont donné à ces dernières roches la solidité qu'elles possèdent et la fissilité qui les distingue.

On doit mentionner à part certaines roches arénacées que l'on désigne sous le nom de *conglomérats*. Elles sont formées par l'action de roches en fusion, qui ont passé à travers des roches fissurées. L'action du frottement a détaché des fragments qui, s'arrondissant bientôt, se sont ensuite empâtés, soit dans des débris plus ténus, soit même dans la masse ignée qui s'est refroidie : le grès rouge nous offre un exemple de cette disposition. On donne à ces conglomérats le nom impropre de *tufs*, et, suivant les roches

qui les ont produits, on les appelle tufs trachytiques, basaltiques ou trappéens. La soudure de la roche avec les fragments étant souvent parfaite, on voit un passage insensible entre la pâte et les fragments. Le plus ordinairement, dans les conglomérats, la pâte et les fragments sont de même nature : dans le Cantal, par exemple, la plupart des trachytes sont à l'état de conglomérat trachytique.

Les roches arénacées ayant une origine commune, il est naturel qu'elles aient toutes une certaine ressemblance; aussi trouve-t-on, dans des terrains d'âge géologique très-éloigné, des grès presque identiques. D'un autre côté, les grès étant formés de débris de roches très-diverses, on rencontre quelquefois, dans la même formation, des grès dont les caractères extérieurs sont très-variables. Cette circonstance apporte une grande difficulté dans la classification des roches arénacées. Quelques géologues ont essayé de les classer par la nature et la grosseur des galets ; nous préférons les indiquer suivant leur position géologique : cette méthode présente l'avantage de grouper ensemble les roches appartenant à un même terrain et qui jouent le même rôle dans la nature.

Graüwacke. C'est la roche arénacée des terrains de transition. Elle est formée par la réunion de fragments de roches anciennes et d'un ciment grisâtre, composé, tantôt de schiste argileux, tantôt d'argile. Dans quelques circonstances particulières, ce ciment est de schiste micacé, de schiste talqueux et même d'une roche compacte analogue à du feldspath. Dans ce cas, la graüwacke a été soumise à quelques causes qui ont altéré ses caractères et ont communiqué à la pâte une texture cristalline. Les fragments contenus dans la graüwacke sont ordinairement de quartz, de granite, de porphyre, de schiste micacé, de schiste argileux, etc... Quelquefois les fragments ou galets sont assez gros, et forment, par leur réunion, un poudingue; le plus ordinairement les galets sont très-petits, et la graüwacke est dite à grains fins. Dans beaucoup de circonstances, les fragments de mica sont dominants, et, comme ces fragments sont toujours à l'état de petites lamelles, ils se déposent sur leur face plate et donnent naissance à de petits lits de mica qui communiquent à la roche la structure schisteuse : on la désigne alors sous le nom de *graüwacke schisteuse.* Cette roche rentre dans les psammites de M. Brongniart. La graüwacke schisteuse passe, par degrés insensibles, à des schistes argileux qui sont également le résultat d'un dépôt sédimentaire.

La graüwacke est généralement grise, circonstance d'où elle tire son nom; cependant quelquefois elle est rouge, comme dans les terrains de transition de l'Angleterre. Les géologues de ce pays ont même appelé *vieux grès rouge* ces graüwackes, par opposition au *nouveau grès rouge* qui est contemporain du grès bigarré. Il existe dans les Alpes des roches ayant tous les caractères extérieurs des graüwackes: elles ont été décrites jusqu'à présent sous ce nom; mais, comme elles appartiennent à des terrains plus modernes, on ne doit plus les réunir avec ces roches, qui sont exclusivement propres aux terrains de transition.

Grès houiller. Il est formé aux dépens des roches anciennes, et contient un grand nombre de galets siliceux réunis par un ciment argileux, souvent très-micacé. Dans certaines localités, le grès houiller est composé, en grande partie, de fragments de granite : on l'a appelé pour cela *granite recomposé*. Il contient beaucoup de mica. Cette substance y est déposée par couches, et donne au grès une structure schisteuse. Il ressemble alors à certains schistes micacés; mais le mica ne miroite que dans le sens de la stratification, tandis que, dans les schistes micacés, les lamelles de mica sont disposées dans diverses directions. Ce caractère suffit pour distinguer ces roches arénacées des schistes des terrains anciens.

Le grès houiller est analogue à la graüwacke; il est seulement à grains plus grossiers, et son ciment est toujours terreux. Les grès houillers schisteux passent à des argiles schisteuses et à des schistes bitumineux par des dégradations insensibles. Les schistes et les argiles du terrain houiller sont des grès à grains extrêmement fins.

Grès rouge. Il est composé d'un ciment argileux et sablonneux, coloré par de l'oxyde rouge de fer, empâtant des galets de quartz hyalin, de quartz lydien, de schiste argileux, de porphyre, de granite, etc. Les Allemands l'ont appelé *rothe todte liegende* (base morte rouge). L'abondance de ce grès, dans la formation immédiatement supérieure au terrain houiller, l'a fait désigner sous le nom de *terrain de grès rouge*.

Cette formation présente, en outre, une circonstance remarquable: c'est d'être presque constamment associée à des porphyres qui se fondent dans la pâte, de sorte que souvent on pourrait dire que le grès rouge est à pâte de porphyre.

Grès bigarré. Il est à grains fins, renfermant quelquefois des noyaux assez

gros de quartz. Le ciment est sablonneux et ferrugineux. La couleur, plus ordinairement rouge, est quelquefois d'un gris verdâtre; elle varie souvent dans le même échantillon : c'est à cette variation de couleur qu'est dû le nom de grès bigarré.

Le *grès vert*, placé à la partie inférieure des formations crétacées, est remarquable par la grande quantité de points verts qu'il renferme. Ces grains, composés de silicate de fer, ayant été par erreur assimilés à de la *chlorite*, on a désigné ce grès sous le nom de *craie chloritée*, actuellement synonyme de grès vert : on donne aussi à quelques variétés de ce grès le nom de *tuffeau* ou de *craie tuffeau*. Le grès vert est composé de grains siliceux et de ciment calcaire ou marneux; quelquefois il est tout à fait siliceux.

Les terrains tertiaires contiennent aussi des couches nombreuses de grès. On en trouve à la partie inférieure de ces terrains, à la hauteur de l'argile plastique et du calcaire grossier; ils sont composés de grains siliceux reliés par un ciment argileux, siliceux ou calcaire : souvent ces grès sont représentés par des couches de sable siliceux entièrement incohérent.

Grès de Fontainebleau. Le grès le plus important des terrains tertiaires parisiens est celui qui sépare les terrains tertiaires inférieurs des terrains tertiaires moyens, et qui, dans le bassin de Paris, est placé au-dessus du gypse et au-dessous du calcaire d'eau douce. Le sol de la forêt de Fontainebleau est formé du grès qui nous occupe, circonstance qui lui a fait donner le nom de *grès de Fontainebleau.* Cette roche est composée de grains siliceux et d'une pâte calcaire ou quelquefois siliceuse : dans ce dernier cas, le grès est très-dur et ne peut servir au pavage.

La roche appelée *mollasse* occupe une place un peu plus élevée que le grès de Fontainebleau. Elle est composée de grains de quartz, de paillettes de mica, de particules d'argile, enfin de débris et de moules de coquilles agglomérés par un ciment calcaire. Elle contient, en outre, des grains verts de silicate de fer, et souvent des petits galets de quartz hyalin. En Suisse, cette roche passe fréquemment à un poudingue dont les galets sont assez gros. La pâte de la mollasse étant peu solide, cette roche se décompose à la surface, et les galets présentent une série de proéminences saillantes qui a fait donner au poudingue dont il s'agit le nom de *nagelflue*, par sa comparaison avec une muraille garnie de clous.

Brèches calcaires. Outre les différentes roches arénacées que nous venons

d'énumérer, on trouve fréquemment des *brèches calcaires*. Elles existent dans toutes les formations, depuis les terrains de transition jusques aux terrains tertiaires. Ces brèches sont ordinairement composées de fragments anguleux de calcaire, reliés par un ciment calcaire. Dans un grand nombre de circonstances, les fragments calcaires appartiennent au terrain même qui renferme les brèches : il en résulte que ces roches out été formées sur place par des causes qui ont agi pendant que le terrain se déposait, ou qui postérieurement ont broyé et agglutiné presque en même temps les fragments qui se formaient.

Arkose. On a donné ce nom à un grès composé d'éléments de feldspath et de quartz, intercalé, dans une position constante, à la séparation des terrains cristallins et des terrains sédimentaires. Quelques géologues ont annoncé que les arkoses se trouvaient à la hauteur du grès bigarré; mais on connaît de l'arkose à tous les étages géologiques.

Des argiles et des marnes.

Les *argiles* et les *marnes* étant le produit de dépôts boueux, on conçoit que ces substances doivent exister dans presque tous les terrains; elles succèdent aux grès, dont elles sont toujours une conséquence. On distingue spécialement :

Les *marnes irisées*, qui se lient au grès bigarré, et sont, comme cette roche, caractérisées par une variété de couleurs.

Les *marnes du lias*, en général très-bitumineuses, sont fortement colorées en noir.

Il en est souvent de même des *marnes* appelées improprement *argile d'Oxford* et *argile de Kimmeridge*.

Les *marnes d'eau douce*, abondantes dans les terrains tertiaires, alternent avec les calcaires d'eau douce.

Parmi les argiles, on doit indiquer l'*argile wealdienne* et l'*argile plastique*.

L'*argile plastique*, placée à la séparation des terrains crétacés et des terrains tertiaires, a été désignée sous ce nom parce qu'elle fournit généralement une bonne terre pour la poterie. Cette dernière formation argileuse contient une grande quantité de lignites, quelquefois assez abondants pour être exploités.

L'*argile wealdienne*, placée à la base du terrain crétacé, rivalise quelquefois avec l'*argile plastique* pour sa bonne qualité.

Époques d'intercalation des roches ignées dans les terrains de sédiment.

Les calcaires, les grès, les argiles, la chaux sulfatée, les couches de combustibles, les minerais de fer et même le sel gemme, sont des roches de sédiment. Elles forment, à elles seules, tous les terrains stratifiés. Les autres roches, produites par des causes internes, sont désignées sous le nom général de roches ignées et forment les terrains de cristallisation. Les différentes roches ignées, quoique produites par des causes assez analogues, sont arrivées au jour à des états différents, de sorte que leurs caractères extérieurs varient beaucoup, et que les masses qu'elles composent affectent des formes et des dispositions différentes.

Les granites et les porphyres, arrivés au jour à l'état pâteux, n'ont point coulé et ne sont point accompagnés de scories. Ils ne se sont pas, en général, répandus au loin, de sorte que les filons qu'ils constituent n'ont qu'une faible étendue et sont ordinairement terminés en pointes. Les porphyres quartzifères forment cependant quelques filons assez étendus, quoique très-minces. Ils ont, par conséquent, été plus fluides que les granites; leur émission n'a pas été accompagnée de scories, ou du moins il n'y en a jamais eu qu'une quantité extrêmement petite. Les granites et les porphyres ne se présentent pas tout à fait sous les mêmes formes. Les porphyres constituent généralement des montagnes en dômes. Les granites affectent quelquefois cette disposition; mais, le plus ordinairement, ils se présentent sous la forme de chaînes longues et étendues, comme les Alpes et les Pyrénées : le phénomène qui les a produits est donc plus général et s'est fait sentir sur des espaces plus considérables. Une grande différence entre les porphyres et les granites, c'est que ces dernières roches ne sont pas accompagnées de conglomérats, ni de roches vitreuses.

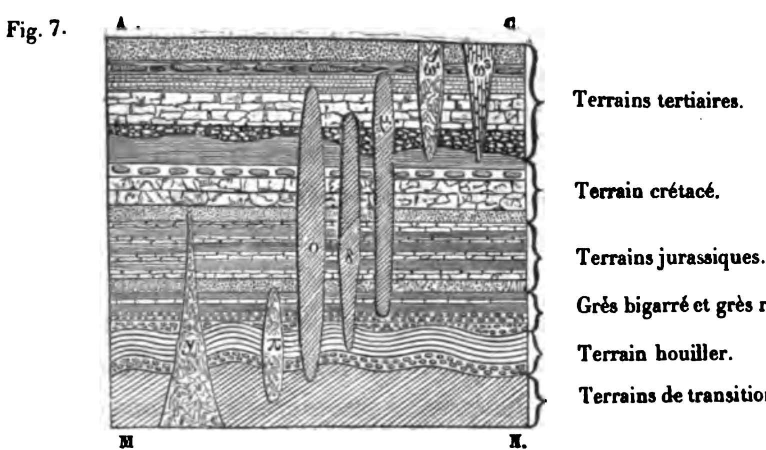
Les trapps et les basaltes, qui paraissent avoir joui de la propriété de passer de l'état fluide à l'état solide dans un intervalle de température moindre que les roches précédentes, forment, à la surface du sol, des nappes minces et qui recouvrent de grandes étendues. Ils sont arrivés au jour par de simples fentes, et sont accompagnés de quantités variables de scories. Ces dernières sont quelquefois très-peu abondantes.

• Les trachytes présentent quelquefois des couches longues et étendues, qui forment de grandes assises presque horizontales : le Mont-Dore et surtout le Cantal en offrent des exemples remarquables. Cette roche a donc été fluide et s'est répandue sur une assez grande surface. Dans d'autres circonstances, elle s'est soulevée à l'état de masse pâteuse et a formé des montagnes arrondies comme le Puy-de-Dôme. Cette roche est accompagnée d'une masse considérable de conglomérats et de scories; celles-ci sont presque toujours ponceuses.

Ces roches ignées ont apparu au jour à des époques différentes : en général, on peut dire que les roches avec excès de base sont les plus modernes, et que celles qui contiennent de la silice en excès sont les plus anciennes.

Nous avons essayé de représenter dans la figure ci-après l'ancienneté de ces roches et la durée de leur émission. Soit A C une ligne correspondant à l'époque actuelle; M N une autre indiquant l'époque la plus ancienne à laquelle les roches sédimentaires se sont produites.

Fig. 7.



Le *basalte* ω^3 a commencé à paraître environ vers le dernier quart des dépôts des terrains de sédiment, c'est-à-dire à la hauteur de la partie supérieure de la craie, si toutefois l'on regarde les roches du Vicentin qui contiennent du péridot comme basaltiques : car elles sont contemporaines du grand système de dépôts nummulithiques qui constitue l'étage supérieur des terrains crétacés. Dans tous les cas, les basaltes sont fort rares à cette

époque, ce qu'indique la forme aiguë de la figure qui les représente. Ils n'ont commencé à se produire avec abondance que vers la fin des terrains tertiaires, et il paraît qu'il s'en forme encore: nous indiquons cette circonstance en ouvrant vers le haut l'angle qui se rapporte à la formation de cette roche.

Le *trachyte* ω^1 a commencé à peu près à la même époque que le basalte; il a été surtout abondant aux dernières périodes de la formation du globe, et il s'en produit encore, ce que nous indiquons comme pour le basalte.

Les *mélaphyres* μ ont commencé plus tôt que les trachytes, et ont fini un peu avant l'époque actuelle.

Les *trapps* δ ont paru, pour la première fois, environ vers le premier quart des dépôts de sédiment. Les terrains houillers sont traversés par ces roches, qui ont été très-abondantes vers l'époque du grès rouge et avant le dépôt du calcaire magnésien; car on voit en Angleterre, près de Newcastle, ce calcaire recouvrir à la fois le terrain houiller et les filons de trapps qui le traversent. Dans d'autres parties de l'Angleterre, des filons de trapps, d'une époque plus moderne, traversent le grès bigarré et le terrain jurassique. Les roches basaltoïdes du comté d'Antrim, en Irlande, qui traversent la craie, ne peuvent être séparées des trapps, leur composition n'ayant pu jusqu'ici être clairement constatée.

Les *serpentines* et les *euphotides* o parcourent une partie plus étendue encore de l'échelle chronologique; elles paraissent s'être produites dès les terrains de transition, et leur épanchement s'est continué jusqu'aux terrains tertiaires supérieurs.

Les *porphyres quartzifères* π ont commencé à paraître lors des dépôts des terrains de transition, principalement du terrain silurien; et ils se sont prolongés à peu près jusqu'à l'époque des premières éruptions du mélaphyre.

Les *granites* γ, très-abondants aux premières époques de la formation du globe, se sont prolongés assez avant dans le dépôt des terrains de sédiment; toutefois leur émission, considérable dans les premières périodes géologiques, a beaucoup diminué à mesure que les terrains de sédiment ont acquis de l'épaisseur: on a indiqué cette circonstance en donnant à la figure qui les représente la forme d'un cône allongé en pointe.

On trouve cependant des granites qui recouvrent des terrains beaucoup plus modernes que la figure ne semble l'indiquer, et même qui leur sont

intercalés; mais ils paraissent y avoir été introduits à l'état presque solide, et bien postérieurement à leur première consolidation.

MODE DE COLORIATION DE LA CARTE GÉOLOGIQUE.

Les détails que nous venons de présenter, quoique trop succincts pour donner une idée complète de la géologie, suffiront pour faire comprendre le système de teintes conventionnelles adopté pour exprimer, sur la carte, la composition du sol.

On a vu que l'écorce terrestre se décompose en divers groupes de couches ou d'agrégations de masses non stratifiées, qu'on appelle des formations ou des terrains; que ces formations se décomposent en roches, dont la classification est fondée, en grande partie, sur la manière dont elles se divisent elles-mêmes en minéraux simples. Les contours des formations ou des terrains et de leurs principales subdivisions sont seuls assez larges pour présenter des rapports suivis avec les formes extérieures du sol, et pour être exprimés sur une carte générale. Ce n'est qu'à ces masses principales que des couleurs ont été appropriées.

Les géologues ont souvent exprimé le désir de voir adopter un système uniforme de teintes conventionnelles propres à exprimer, par une sorte d'alphabet commun, la composition variable des différents pays. Mais le petit nombre des teintes assez distinctes pour frapper les yeux par leur contraste, comparé au nombre des masses minérales qu'il est nécessaire de distinguer, a rendu jusqu'ici toute convention de ce genre impossible. Les conditions de bonne et facile exécution qui nous ont déterminés à adopter les teintes conventionnelles que nous allons faire connaître, ont conduit à des résultats tout différents quand il s'est agi de représenter des contrées où les masses minérales se groupaient et se rapprochaient autrement qu'elles ne le font en France.

Pour donner, par des teintes conventionnelles appropriées aux diverses masses minérales dont le sol se compose, l'idée la plus claire possible de sa structure, il nous a paru nécessaire d'employer les teintes les plus tranchées et celles qui attirent le plus les regards, pour figurer les pièces principales de la charpente de la France. D'après ce qui a été dit précédemment, on conçoit aisément que nous avons dû rechercher, avant tout, à faire

ressortir la grande bande jurassique qui parcourt la France en y décrivant une figure irrégulière dans laquelle on retrouve, comme nous l'avons dit, les contours d'un 8 : nous lui avons consacré le bleu de Prusse, couleur saillante et facile à étendre. Nous avons dû aussi tâcher de fixer les yeux sur les roches cristallines, dont les protubérances servent de fondements à toute la charpente géologique : le carmin, couleur non moins distincte que le bleu, leur a été consacré. La simple analogie des teintes avec les phénomènes géologiques conduisait à consacrer le vermillon aux roches volcaniques, et le noir au terrain houiller; le vert au grès vert, partie inférieure du terrain de craie. La condition que les nuances les plus fréquemment juxtaposées se confondissent le moins possible entre elles a décidé du choix des autres teintes.

On voit que, pour représenter tout autre pays, la même marche nous aurait conduits à adopter un autre choix de couleurs, ainsi que l'ont fait, chacun de leur côté, les auteurs des cartes géologiques publiées dans d'autres contrées.

Nous n'avons consacré de couleur particulière qu'à chaque formation, le calcaire du Jura, par exemple; et nous avons distingué simplement, soit par une double teinte, soit par un système particulier de hachures ou de points, les divisions dans chacune de ces formations. Ce système de coloriation, adopté avant nous, par M. de Buch et par MM. d'Oyenhausen et de Dechen, dans leur carte des bords du Rhin, a le grand avantage de grouper les formations entre elles, et de donner une certaine latitude quand on ne connaît pas exactement les divisions que l'on doit adopter. Dans les Alpes, où les formations secondaires changent complétement d'aspect, nous avons simplement indiqué la teinte des calcaires jurassiques, sans accuser l'étage qui les compose.

La difficulté de reconnaître toujours avec certitude des teintes que les enlumineurs n'étendent pas partout également, et que l'action de l'air et de la lumière altère plus ou moins avec le temps, nous a fait sentir la nécessité d'adjoindre une lettre particulière à chaque teinte différente. Cette lettre a été gravée sur tous les espaces que la teinte doit occuper, et elle sert à la reconnaître malgré les variations accidentelles que celle-ci peut éprouver. Voici le tableau de cet ensemble de signes, qui se trouve, d'ailleurs, reproduit sur la carte géologique elle-même.

Dépôts postérieurs aux dernières dislocations du sol..........	a	a^2	Alluvions et tourbes.
		a^1	Diluvium alpin, lôss.
Terrains tertiaires. supérieurs (pliocènes).	p	p	Alluvions anciennes de la Bresse, sables des Landes. Sables marins supérieurs de Montpellier. Diluvium scandinave et diluvium écossais.
Terrains tertiaires. moyens (miocènes)...	m	m	Fahluns. Meulières. Grès de Fontainebleau. (Dénominations usitées dans le bassin de Paris.)
Terrains tertiaires. inférieurs (éocènes)...	e	e	Gypse. Calcaire grossier. Argile plastique. (Dénominations usitées dans le bassin de Paris.)
Terrain crétacé supérieur.......	c^2	c^2	Calcaire pisolithique, craie blanche et craie marneuse (système nummulithique du midi de la France).
Terrain crétacé inférieur........	c^1	c^1	Grès vert supérieur (*craie tuffeau*) et inférieur. Terrain wealdien ou néocomien.
Terrain jurassique............	j	j^3	Étage supérieur du système oolithique.
		j^2	Étage moyen du système oolithique.
		j^1	Étage inférieur du système oolithique (comprenant les marnes supraliasiques.
		$j_{,}$	Calcaire à gryphées arquées.
		$j_{,,}$	Grès infraliasique.
		ɉ	Terrain jurassique altéré.
Terrain du trias...............	t	t^3	Marnes irisées (marne rouge, *keuper*).
		t^2	Muschelkalk.
		t^1	Grès bigarré (nouveau grès rouge des Anglais).
Grès des Vosges...............	v	v	Grès des Vosges.
Zechstein....................	z	z	Zechstein (calcaire magnésifère des Anglais).
Grès rouge..................	r	r	Grès rouge (*rothe todte liegende* des Allemands).
Terrain carbonifère............	H	H	Terrain houiller.
	h	h	Calcaire carbonifère.

Terrains de transition..........	i	i^3	Terrains de transition supérieurs (système devonien, vieux grès rouge des Anglais).
		i^2	Terrains de transition moyens (système silurien).
		i^1	Terrains de transition inférieurs (système cambrien).
		i	Terrains de transition modifiés.
Terrains cristallisés (vulgairement appelés *terrains primitifs*)......	y	$y_{\prime\prime\prime}$	Micaschiste et stéaschiste.
		$y_{\prime\prime}$	Micaschiste et gneiss.
		$y_{\prime}$	Gneiss et gneiss talqueux.
		y^1	Granite et protogyne.
		y^2	Syénite.
Roches plutoniques intercalées dans diverses formations..........	π	π	Porphyres rouges quartzifères.
	δ	δ	Diorites, trapps, kersantons.
	o	o	Serpentines et euphotides.
	μ	μ	Mélaphyres et ophites des Pyrénées.
Terrains volcaniques...........	ω	ω^1	Trachytes.
		ω^2	Phonolithes.
		ω^3	Basaltes.
		ω^4	Volcans à cratères et coulées.

Division de l'ouvrage.

Il nous reste à expliquer l'ordre que nous avons cru devoir mettre dans la description des principales masses dont se compose la charpente minérale de la France.

Dans l'étude de la constitution géologique d'un pays composé, comme la France, de plusieurs systèmes de montagnes et de plusieurs bassins distincts, il était convenable, pour notre but, de s'occuper d'abord des terrains qui, s'étendant à de grandes distances, et franchissant les limites des systèmes de montagnes et des bassins hydrographiques, sans changer brusquement de caractères, fournissent, partout où ils se montrent, un point de repère assuré, et forment, suivant l'expression si heureusement introduite dans notre langue par un célèbre géologue, une sorte d'*horizon*[1] qui peut servir de point de départ pour fixer l'ancienneté relative des couches situées au-dessus et au-dessous. Dans une grande partie de la France, les formations secondaires et certaines couches tertiaires offrent à l'observateur les avantages dont nous venons de parler. Le terrain houiller, le lias et les premières couches des dépôts tertiaires, y présentent des horizons géognostiques très-nets, et qui s'observent aisément sur des étendues souvent considérables et en des points très-éloignés. Le muschelkalk, certaines couches du terrain jurassique, surtout celles qui divisent ce terrain en trois étages distincts, et le terrain crétacé inférieur, présentent aux géologues le même secours.

Cette circonstance faisait naturellement, des assises de terrain dont nous venons de parler, les bases de la grande triangulation géologique, au moyen de laquelle nous étions chargés de relier entre elles les différentes parties du sol de la France. On conçoit, par exemple, aisément, que les assises jurassiques qui dessinent, sur la carte géologique, cette bande festonnée dans laquelle nous avons retrouvé à peu près les deux boucles d'un 8, sont celles dont la continuité est la plus suivie sur notre territoire, et celles, par conséquent, qui forment le principal horizon géognostique au-

[1] *Essai géognostique sur le gisement des roches dans les deux hémisphères;* par M. Alexandre de Humboldt, pag. 16.



quel peut être rapportée la structure du sol de la France. Cette ceinture jurassique est, en quelque sorte, un axe recourbé, par rapport auquel tout le reste se coordonne aisément. Toutefois cet axe, et les autres du même genre que peuvent fournir les diverses assises dont nous venons de parler, ne présentent pas partout des points de repère auxquels il soit également facile de se rattacher.

Les bouleversements survenus, à des époques géologiques récentes, dans diverses parties de la France, et particulièrement dans le midi, ont dérangé la disposition primitive des masses minérales, et ont apporté des obstacles à leur étude.

De là il résulte naturellement que les parties de la France et de l'Europe, où ces bouleversements ont agi avec le plus de violence, ne sont pas celles dans lesquelles on doit chercher d'abord à deviner l'énigme de leur disposition naturelle; aussi voit-on que c'est dans les plaines de la partie septentrionale de la France, et dans celles de l'Angleterre, que s'est développée, en premier lieu, l'étude des grandes assises de terrains sédimentaires qui forment l'échelle fondamentale des terrains stratifiés superposés chronologiquement.

C'est surtout dans les contrées où des bouleversements postérieurs n'ont pas interrompu leur continuité, que ces assises peuvent être considérées comme formant les lignes principales de notre sol, et ont des droits incontestables à fournir le squelette de notre travail. La description de ces parties composera donc naturellement le noyau du présent ouvrage, et toutes les portions de notre territoire qui n'ont pu être rattachées à ces axes que d'une manière indirecte devront être traitées par nous comme des accessoires, et former, dans la description, des appendices renvoyés à la fin ou placés en avant, suivant la convenance des matières.

Les parties accessoires dont nous venons de parler sont naturellement de deux sortes.

Les unes sont des protubérances formées par les roches, souvent cristallines, qui constituent la base fondamentale de l'édifice géologique. Ces protubérances, étant séparées à la surface par les grandes assises qui s'étendent au loin en s'appuyant sur elles, ne peuvent présenter de continuité que sur des espaces comparativement assez restreints. Chacune de ces protubérances doit être décrite comme une île, et former l'objet d'un chapitre

séparé. Ces chapitres, relatifs aux bases fondamentales de l'édifice géologique, doivent naturellement être placés au commencement. La limite des terrains cristallisés et des terrains de transition étant, par la nature même des choses, souvent impossible à tracer, et le schiste argileux, revêtant, dans beaucoup de circonstances, les caractères du schiste micacé, nous réunirons constamment l'étude de ces deux sortes de terrains.

La seconde classe de parties accessoires se compose des contrées dans lesquelles des bouleversements récents ont rompu la continuité des grandes assises de terrains sédimentaires, et dérangé la forme de leurs relations avec la configuration extérieure. Ces parties, qui ne sont séparées du noyau central que par des accidents, trouveront naturellement leur place à la fin.

Les massifs des roches anciennes, qui forment comme des îles sur les contours desquelles se sont modelées nos grandes assises sédimentaires, sont au nombre de cinq, savoir :

1° Les *montagnes anciennes du centre de la France*, comprenant le Limousin, l'Auvergne, le Forez, le Vivarais et les Cévennes;

2° La *presqu'île de Bretagne*, qui s'étend géologiquement d'Alençon à Brest, et comprend même le département de la Manche, quoiqu'il fasse partie de la Normandie;

3° Le *massif des Ardennes*, qui donne son nom à l'un de nos départements. Il est situé presque en entier hors du territoire de la France actuelle; cependant, comme il sert d'appui, vers le N. E., aux terrains qui remplissent le grand bassin du nord de la France, nous devrons en donner une idée, et, pour cela, nous lui avons consacré un chapitre spécial d'une étendue proportionnée à son importance dans la charpente de l'Europe, plutôt qu'à la faible partie du département des Ardennes dont il forme le sol.

4° Les *Vosges*. La structure particulière des Vosges nous a engagés à comprendre, dans le chapitre consacré à la description de ce groupe, non-seulement les terrains granitiques et autres terrains anciens qui forment les bases de ces montagnes, mais encore les grès, beaucoup plus modernes, qui font partie de la masse proéminente au pied de laquelle s'arrêtent, de ce côté, les plaines de l'intérieur.

5° Enfin les *montagnes littorales du département du Var*. Ce petit noyau montagneux, qui borde les rivages de la Méditerranée entre Toulon et Antibes, se distingue, à la fois, par sa composition et par son ancienneté. Ses

flancs ont servi d'appui à tous les terrains secondaires du S. E. de la France.

Nous consacrerons un chapitre particulier à chacun de ces cinq groupes.

Nous nous occuperons ensuite des *dépôts houillers* qui, pour la plupart, n'ont fait que remplir les anfractuosités des anciennes proéminences de la charpente terrestre.

Le dépôt complexe du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées, désignés ensemble sous le nom de *tryas*, avec ses gîtes de sel gemme et de gypse, dépôt qui, dans l'ordre des temps, a succédé (quoique non immédiatement) à celui du terrain houiller, et qui trop souvent le dérobe à nos regards et à nos recherches, sera l'objet du chapitre suivant.

La description de notre grande bande de *terrain jurassique* succédera à celle du tryas.

Elle sera suivie par celle des dépôts *crétacés* et *tertiaires* qui forment le sol du grand bassin septentrional, et de ceux du même genre qui ont rempli dans la Gascogne un bassin moins complet, mais analogue à plusieurs égards, et qui ont couvert aussi plusieurs parties du midi de la France.

C'est alors seulement que nous passerons aux parties de notre sol que leur position, plus ou moins détachée, et leur état, plus ou moins bouleversé, nous ont fait placer, par forme d'appendice, à la fin de l'ouvrage, savoir : la *Flandre*, la *Bresse*, les *Landes*, les *Pyrénées*, la *plaine du Rhin*, les *collines de la Haute-Saône*, le *Jura*, les *Alpes*, les *volcans éteints de la France centrale*.

Les dépôts tout à fait superficiels qui, pour la plupart, remplissent seulement des fonds de vallées, le *diluvium alpin*, les *alluvions modernes*, les *tourbes*, formeront encore l'objet d'un autre appendice.

Un dernier chapitre rendra compte des relations générales de position qui existent entre les formations géologiques qui recèlent nos richesses minérales, et les emplacements des usines dans lesquelles elles sont élaborées.

Nous avons suivi, dans la description de chaque terrain, la division par bassins et l'ordre géographique.

Nous aurions désiré pouvoir faire concorder cette description avec la division politique par département; mais les relations naturelles que nous avons signalées entre la constitution du sol et le cantonnement des populations ne s'étendent qu'aux groupements généraux et non aux divisions administratives, qui, ne devant jamais dépasser une certaine grandeur, dé-

coupent souvent d'une manière arbitraire, du moins en apparence, les régions les plus naturelles.

Afin de rendre notre travail utile à un plus grand nombre de lecteurs, nous avons cherché à l'abréger autant qu'il nous a été possible, en élaguant tous les détails qui ne nous ont point paru indispensables.

Cet ouvrage comprend toutes nos conclusions sur la structure et la composition du sol de la France. Les personnes qui désireraient connaître plus en détail les faits d'où nos conclusions sont déduites, en trouveront l'exposition, soit dans les ouvrages de ceux qui nous ont devancés et de ceux qui nous suivront dans la route de l'observation, soit dans nos propres mémoires pour servir à une description géologique de la France, dont quatre volumes sont déjà publiés.

Après les explications que nous venons de donner, le tableau des chapitres du présent ouvrage, par lequel nous terminons cette introduction, présentera, à lui seul, non-seulement le résumé de notre travail, mais encore un tableau abrégé de la manière dont nous concevons la structure géologique de la France.

CHAPITRE I[er]. Objet de la carte géologique et de l'explication qui l'accompagne. — Travaux divers publiés précédemment dans le même but. — Formes générales du sol de la France; relation entre ces formes et sa structure intérieure. — Précis de l'état actuel des connaissances géologiques. — Description sommaire des roches. — Mode de coloriation de la carte géologique. — Division de cet ouvrage, fondée sur la structure du sol et les principes généraux de géologie. (Ce chapitre a été rédigé en commun par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.)

CHAPITRE II. Massif central de la France, par M. Dufrénoy.

CHAPITRE III. Presqu'île de Bretagne, par M. Dufrénoy.

CHAPITRE IV. Les Ardennes, par M. Élie de Beaumont.

CHAPITRE V. Les Vosges, par M. Élie de Beaumont.

CHAPITRE VI. Montagnes littorales du département du Var, par M. Élie de Beaumont.

CHAPITRE VII. Terrain houiller; description des différents bassins[1], par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

[1] Ce chapitre, ainsi que les chapitres VIII, IX, XIV, XV, XXII et XXIII, quoique portant les noms de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, ne sont cependant pas le résultat d'un travail

CHAPITRE VIII. Grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

CHAPITRE IX. Terrain jurassique (en exceptant le Jura, les Pyrénées et les Alpes), par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

CHAPITRE X. Terrain crétacé dans le bassin du N. de la France, par M. Élie de Beaumont.

CHAPITRE XI. Terrain tertiaire inférieur dans le bassin du N. de la France, par M. Élie de Beaumont.

CHAPITRE XII. Terrain crétacé dans le bassin du S. O. de la France (les Pyrénées exceptées), par M. Dufrénoy.

CHAPITRE XIII. Terrain tertiaire inférieur dans le bassin du S. O. de la France, par M. Dufrénoy.

CHAPITRE XIV. Terrain tertiaire moyen (plateaux du N. O. de la France, plaines de la Gascogne), par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

CHAPITRE XV. Terrain tertiaire supérieur (Flandre, Bresse, Landes et Pyrénées-Orientales), par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

CHAPITRE XVI. Pyrénées, par M. Dufrénoy.

CHAPITRE XVII. Plaine du Rhin, par M. Élie de Beaumont.

CHAPITRE XVIII. Collines de la Haute-Saône, par M. Élie de Beaumont.

CHAPITRE XIX. Jura, par M. Élie de Beaumont.

CHAPITRE XX. Alpes françaises, par M. Élie de Beaumont.

CHAPITRE XXI. Volcans éteints de la France centrale, par M. Dufrénoy.

CHAPITRE XXII. Diluvium alpin, alluvions, tourbes, etc., par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

CHAPITRE XXIII. Distribution corrélative des gîtes minéraux et des usines métallurgiques, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont.

CHAPITRE XXIV. Statistique générale des mines exploitées en France, et de leurs produits.

fait en commun : nous avons rédigé séparément la description des contrées que nous avons explorées, et dont l'étendue est indiquée dans le discours préliminaire placé à la tête de cet ouvrage. Le chapitre Ier, qui sert d'introduction, est le seul où notre coopération a été commune, et où nous ne pourrions que difficilement indiquer le travail qui appartient à chacun de nous.

CHAPITRE II.

TERRAIN ANCIEN ET TERRAINS DE TRANSITION DES MONTAGNES DU CENTRE DE LA FRANCE.

Le centre de la France est occupé par un vaste plateau de roches granitoïdes, qui s'étend de l'E. à l'O., depuis les bords du Rhône jusqu'à la vallée de la Vienne, et du N. au S., des montagnes du Morvan à la montagne Noire, dans le Languedoc. Ce massif comprend les montagnes anciennes de la Bourgogne, du Limousin, du Forez, du Cantal, de l'Aveyron, de l'Ardèche et des Cévennes.

Limites de ce plateau.

La forme de ce groupe de montagnes est celle d'une ellipse peu allongée. Sa largeur, généralement considérable, est d'environ soixante-dix lieues sous le parallèle de Limoges. Vers le S., il présente une espèce de sinus qui rattache les granites du centre de la France à ceux de la montagne Noire. Ce dernier massif de terrain ancien, qui s'avance vers le S. sous la forme d'une péninsule, est isolé de la chaîne des Pyrénées par un bassin longitudinal de terrains secondaires.

Au centre de ces montagnes anciennes, on observe une dépression allongée, qui comprend une partie des départements de l'Aveyron et de la Lozère. Le sol de cette vaste échancrure est presque exclusivement composé de calcaire jurassique; il y existe, en outre, du grès bigarré, et quelques petits lambeaux de terrain houiller.

La présence de cette dernière formation témoigne de l'ancienneté de la révolution qui a si profondément déprimé les terrains anciens du centre de la France, et dont le large enfoncement que nous venons d'indiquer est une des conséquences.

Disposition de son relief.

Le groupe granitique du Limousin et de l'Auvergne surgit du milieu des terrains secondaires sous la forme d'une île immense. Sa surface, quoique ondulée, conserve une hauteur assez constante de 750 mètres au-dessus de la mer. Quelques sommités s'élèvent au-dessus du niveau général; mais elles sont peu nombreuses, et n'altèrent que faiblement la régularité de ce massif de montagnes, dont le nom de plateau rappelle très-exactement la disposition générale.

Sa surface est sillonnée par un grand nombre de petits ruisseaux, qui



divergent dans toutes les directions et lui donnent un aspect particulier. Il semble que ce massif, sensiblement horizontal à l'époque de sa formation, ait été soumis, depuis, à une action diluvienne puissante, qui a raviné sa surface dans tous les sens, à peu près de la même manière que font les eaux pluviales lorsqu'elles s'écoulent en abondance sur un sol argileux et peu incliné.

Relation entre les cours d'eau et la nature du sol.

La seule considération des cours d'eau, qui permet presque toujours de distinguer, sur une carte bien faite, les terrains anciens des terrains secondaires, est, pour la contrée qui nous occupe, un guide certain. Elle dévoile au géologue, jusqu'à un certain point, la nature du sol, et lui fait présumer les limites du granite et des calcaires. La plupart de ces ruisseaux entament à peine la roche et sont le produit de causes locales. Il y existe, en outre, des vallées profondes, qui traversent le pays sur de grandes longueurs : ces dernières sont dues à des phénomènes généraux. Plusieurs de ces vallées, étroites et escarpées, sont la conséquence des soulèvements que la contrée a éprouvés à des époques différentes. Les autres, évasées et adoucies sur leurs pentes, quoique cependant rapides et entourées d'escarpements élevés, sont le produit de vastes courants diluviens. La vallée de la Dordogne, au-dessous de Tauves, et celle de la Vienne, qui, l'une et l'autre, ont leurs berges couvertes de galets et de terrains de transport, ont été formées par ce dernier ordre de causes.

Mélange des vallées d'érosion et de déchirement.

Le mélange continuel de ces vallées d'origines si diverses donne au relief du sol des caractères particuliers, qui suffisent pour distinguer le plateau granitique du Limousin et de l'Auvergne des autres groupes de montagnes anciennes de la France. Dans la Bretagne, par exemple, la réunion de ces deux ordres de vallées existe; mais, les vallées de déchirement y étant peu nombreuses, la surface du sol est moins accidentée. Dans les Alpes, où les cours d'eau sont très-multipliés, et où la plupart des vallées sont le produit des dislocations du sol, la surface est hérissée de précipices et présente l'image du chaos. C'est cette disposition particulière qui produit, dans les montagnes de la Suisse, ces mouvements de terrains si imposants et ces beautés sauvages qui commandent l'admiration. Nous avons essayé de rendre par la gravure ces différences remarquables dans le relief des montagnes anciennes; mais l'exiguïté de l'échelle de la carte géologique, et le peu de moyens que fournit le burin, nous font craindre de n'avoir que très-imparfaitement réussi.

Malgré le niveau général dont nous avons parlé précédemment, le plateau central de la France présente plusieurs massifs de montagnes élevées, ainsi que quelques arêtes saillantes qui forment de véritables chaînes : telles sont les montagnes de la *Margeride* et de la *Lozère* dans les Cévennes, lesquelles dominent tout le pays, et se distinguent de celles qui les entourent par la nature de leur granite et par leur disposition générale. Ces montagnes s'élèvent brusquement et semblent, par la rapidité de leurs pentes, former des îles au milieu d'une mer de granite. L'absence de tout terrain stratifié empêche de déterminer d'une manière précise l'époque de leur formation. Toutefois nous sommes portés à croire qu'elles sont antérieures au terrain houiller : ce qui nous conduit surtout à adopter cette opinion, c'est la présence de nombreux galets de granite à gros grains dans quelques-uns des terrains houillers des départements de l'Allier et de la Dordogne. Chaînes qui interrompent la régularité du plateau.

Parmi les chaînes qui sillonnent la surface des terrains anciens du centre de la France, plusieurs prennent naissance dans les montagnes de l'Ardèche et de la Lozère. Elles divergent d'abord; mais bientôt elles courent parallèlement et se dirigent assez exactement du S. au N., comme les vallées de l'Allier, de la Loire et de la Saône, qu'elles séparent et dont elles ont déterminé la formation. Ces arêtes constituent les montagnes du Forez, la chaîne de Tarare et les crêtes saillantes du Beaujolais et du Morvan.

La composition de ces chaînes présente, ainsi que nous l'indiquerons plus tard, des différences assez notables avec les roches des parties unies qui composent l'Auvergne et le Limousin. Plusieurs circonstances, entre autres la présence de masses considérables de porphyre quartzifère, peuvent faire penser que ces chaînes sont moins anciennes que les granites du Limousin, ou plutôt que, formées en même temps que tout le massif primitif, elles ont été modifiées postérieurement. L'identité de nature et de direction de ces arêtes nous fait, en outre, présumer qu'elles ont une origine commune, différente de la cause qui a présidé à la formation de la masse générale du plateau. Chaînes qui bordent la Loire et l'Allier.

Un fait digne de remarque, qui nous donne, jusqu'à un certain point, le moyen de déterminer l'âge des chaînes du Forez et de Tarare, c'est que, dans les parties des vallées de la Loire et de l'Allier qui leur cor- Postériorité de ces chaînes.

respondent, il n'existe pas de dépôt de terrains secondaires, tandis que ces terrains forment des bandes presque continues sur la lisière de tout le plateau. Ces formations se retrouvent, en outre, dans quelques dépressions du terrain granitique, situées dans la partie la plus ancienne de tout le massif. Le pli de terrain qui a donné naissance aux vallées de la Loire et de l'Allier est donc postérieur à ces terrains. La disposition des roches qui forment les chaînes de Tarare et du Forez, lesquelles présentent une double pente, conduit, en outre, à admettre que l'ouverture des deux vallées est une conséquence de la formation de ces chaînes : mais, entre la première formation du plateau granitique et le moment où les chaînes dont il s'agit ont pris définitivement leur forme actuelle, il doit s'être passé une assez longue série de phénomènes géologiques au nombre desquels on doit compter l'apparition des porphyres qui les forment en partie.

Chaîne du Morvan.

Les granites du Morvan constituent également une chaîne particulière, plus moderne que l'ensemble des montagnes du centre de la France. Les terrains secondaires qui s'appuient sur ces derniers granites sont quelquefois inclinés; mais leur élévation générale est le résultat du soulèvement de la Côte-d'Or.

Montagne Noire.

La montagne Noire, qui s'étend des environs de Bédarieux à Castelnaudary, est encore une chaîne étrangère au massif central. Sa direction N. E. S. O. la rattache à l'apparition de la chaîne principale des Alpes, et les couches des terrains tertiaires les plus modernes sont fortement relevées à son approche.

Chaînes volcaniques.

Nous devons encore mentionner les montagnes volcaniques de l'Auvergne et du Vivarais, qui surgissent au milieu des terrains anciens et paraissent, par leur couleur et leurs formes, entièrement isolées de ce qui les entoure. Les unes, coniques, les autres, arrondies en dômes, s'élèvent en amphithéâtre depuis la surface du plateau granitique jusqu'au sommet du Cantal. De cette cime élevée, qui domine tout le pays, on embrasse d'un coup d'œil la disposition générale des montagnes anciennes et des chaînes volcaniques du centre de la France; et l'on assiste, pour ainsi dire en même temps, aux révolutions les plus anciennes et les plus modernes qu'elles ont éprouvées.

Les terrains secondaires, qui enveloppent de tous côtés les montagnes anciennes dont nous venons de faire connaître l'étendue, ainsi que la pré-

sence de quelques lambeaux de terrains de transition disséminés çà et là sur leur surface, nous fournissent le moyen de distinguer les différentes époques de leur formation. En effet, les couches de ces terrains, déposées horizontalement sur presque tout le pourtour du massif granitique, sont, au contraire, fortement redressées sur la pente des Cévennes qui regarde le Rhône, ainsi que dans les montagnes de la Côte-d'Or. Il en résulte que les granites du Limousin, de l'Auvergne, du Poitou et du Languedoc, n'ont pas éprouvé de déplacements sensibles depuis le dépôt du calcaire du Jura, tandis que les granites de la Côte-d'Or, du Morvan, du Beaujolais, de l'Ardèche et de la Lozère, ont, au contraire, été soulevés ou du moins ont éprouvé un nouvel exhaussement à des époques assez modernes.

D'après les considérations qui précèdent, et plusieurs observations analogues, on est porté à supposer que les montagnes du centre de la France sont le produit de soulèvements assez nombreux dont nous allons indiquer les principaux.

Soulèvements successifs qui ont modifié le relief du terrain granitique.

Le premier a présidé à la formation des granites à petits grains associés aux gneiss. La plupart des schistes micacés paraissent le résultat de cette action; toutefois leur origine serait différente de celle des gneiss, et on regarde ces roches comme produites par la transformation de terrains de transition très-anciens.

L'élévation des granites porphyroïdes à grands cristaux de feldspath, qui forment les montagnes de la Lozère et plusieurs chaînes dans le centre du plateau, a suivi d'assez près l'émission des granites à petits grains. Elle paraît encore contemporaine du dépôt des derniers terrains de transition.

La première origine des grandes rides N. S., dont les vallées de la Loire et de l'Allier sont les conséquences, appartiennent à une troisième époque de soulèvement. Elle est liée avec la sortie des porphyres quartzifères du Forez, de Tarare et du Beaujolais; mais ces vallées n'ont pris leur dernière forme qu'au commencement de la période des terrains tertiaires moyens.

L'alignement des lambeaux de terrain houiller disposés sur la surface du terrain primitif, suivant une ligne N. 15 degrés E., S. 15 degrés O., paraît le résultat de la même force qui a donné la dernière main aux formes générales des Vosges.

Les amas puissants de serpentine disséminés, de distance en distance,

dans le Languedoc, le Rouergue, le Quercy et le Limousin, alignés pour la plupart du N. O. au S. E., ont influé également sur le relief général de cette contrée. Leur formation a suivi de très-près le dépôt du grès bigarré.

Le soulèvement de la Côte-d'Or, postérieur au dépôt du calcaire du Jura, le façonnement définitif des chaînes qui séparent la Saône, la Loire et l'Allier, et la dépression des vallées de ces rivières, enfin le soulèvement de la montagne Noire, plus moderne que les terrains tertiaires, sont les trois dernières révolutions qui paraissent en rapport avec la mise au jour de roches granitoïdes.

Les épanchements volcaniques qui ont précédé immédiatement l'époque actuelle ont mis fin à cette longue série de perturbations qui ont successivement façonné le plateau granitique central.

Minerais métalliques à la séparation des terrains anciens et des terrains secondaires.

La ligne de contact des terrains anciens et des terrains secondaires est remarquable par la présence de nombreux amas de minerais métalliques de différentes natures. Les mines de manganèse les plus importantes de la France, telles que les mines de la Romanèche près Mâcon, de Saint-Christophe dans le département du Cher, des environs de Nontron et de Thiviers dans celui de la Dordogne, forment une zone à la séparation du granite et du calcaire jurassique. Dans beaucoup de points de cette même zone, le plomb existe avec une certaine abondance. Il est vrai que jusqu'ici les recherches faites dans ce genre de gisement n'ont pas été couronnées de succès; mais, pour quelques-unes, il paraît que cette non-réussite est due, moins à la pauvreté du gîte, qu'à la nature du minerai, qui se refuse au traitement métallurgique ordinaire.

Les minerais de fer sont également assez fréquents le long de la ligne de contact qui nous occupe; les minerais fondus aux belles forges d'Alais, dans le département du Gard, existent dans cette position géologique.

La formation de ces différents minerais ne paraît pas être en relation avec le soulèvement des granites de la Côte-d'Or, lesquels ont relevé les terrains secondaires de cette partie de la France : du moins, les minerais métalliques sont également abondants sur toute la limite des terrains anciens, même dans les localités où le calcaire du Jura repose en couches horizontales sur le granite. Ainsi les mines de plomb d'Alloue, de Confolens, et de Melle près de Poitiers, sont dans des contrées où le calcaire

jurassique a conservé son horizontalité, tandis que la mine de plomb de Durfort, dans le département du Gard, est exploitée dans du calcaire en couches fortement inclinées.

Les fissures qui existent dans les granites, et dont quelques-unes sont situées près de leurs lignes de contact avec les terrains secondaires, doivent être regardées comme des espèces de cheminées ou de soupiraux, à travers lesquels des émanations métalliques, échappées de l'intérieur du globe, se sont propagées, et ont donné naissance aux minerais que nous venons de citer.

C'est également le long de la limite des terrains granitiques qu'existent la plupart des bassins houillers les plus importants : tels sont ceux d'Autun, du Creusot, de Saint-Étienne, d'Alais, etc.

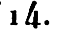
Ces dépôts n'appartiennent pas à une formation continue, comme les couches de calcaire. Remplissant des dépressions plus ou moins profondes, placées çà et là sur la surface du terrain ancien, ils occupent aussi des espèces de baies intérieures dans lesquelles les eaux ont pu séjourner.

Terrains houillers placés sur le massif granitique.

On trouve, en outre, sur le plateau même, quelques lambeaux plus ou moins considérables de terrain houiller : telles sont les mines de Fins, du Montet-aux-Moines, de Bourg-Lastic, de la Vernade et de Bort, qui forment, par leur ensemble, une ligne dirigée à peu près N. 15 degrés E., S. 15 degrés O. La hauteur de ces petits dépôts houillers, de beaucoup supérieure au niveau général des terrains houillers placés sur les limites du granite, nous conduit à admettre que le sol des montagnes anciennes de la France a éprouvé une élévation générale. La position des calcaires d'eau douce de la Limagne et du Cantal, beaucoup plus élevés que les terrains tertiaires des environs de Paris, confirme l'hypothèse de ce mouvement ascensionnel.

Élévation du massif granitique central.

Les exploitations de charbon situées sur la chaîne de Tarare atteignent une hauteur encore plus considérable que les mines disséminées en différents points du plateau. Cette anomalie n'est pas la seule qu'elles présentent ; la nature du charbon qu'elles produisent est très-différente : il est sec et de qualité inférieure, tandis que la houille de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier, toujours très-collante, est propre à tous les usages. Sur la montagne de Tarare, en outre, le charbon est associé avec du calcaire, et les grès qui l'accompagnent, formés presque exclusivement de débris de porphyres, passent, par degrés insensibles, au terrain de transition,



qui constitue quelques petits lambeaux sur cette partie des montagnes granitiques.

Le charbon de Tarare doit donc être considéré comme le combustible des terrains de transition, désigné principalement sous le nom d'anthracite.

La description de ces petits dépôts de charbon, presque sans importance, fera nécessairement partie de ce chapitre, destiné spécialement à l'étude des terrains anciens et des terrains de transition du plateau central de la France.

Composition des montagnes anciennes du centre de la France.

Les montagnes du centre de la France sont presque entièrement composées de granite et de gneiss. Le schiste micacé constitue, en général, une bande mince, à la séparation des terrains anciens et des terrains secondaires. Il y existe, en outre, quelques lambeaux de terrains de transition disséminés, d'une manière peu régulière, sur les pentes du massif central; ils sont surtout abondants dans la vallée de la Loire et sur le groupe de la montagne de Tarare. Les porphyres forment, enfin, de distance en distance, quelques crêtes saillantes, et constituent même plusieurs massifs importants. Les montagnes qui séparent la Saône de la Loire, sur 50 kilomètres de longueur et 20 à 30 de largeur, c'est-à-dire sur une surface de 1,250 kilomètres carrés, égale à la surface totale de la base de l'Etna, sont entièrement porphyriques. Le Morvan nous offre un second exemple d'un massif de porphyre aussi considérable, et toutes les montagnes entre Autun et Lorme, qui comprennent les environs de la Roche-Millay, de Lucenay-l'Évêque et de Château-Chinon, sont formées par le porphyre rouge à cristaux de quartz hyalin. Ces exemples remarquables nous apprennent que les porphyres ne sont pas de simples accidents résultant de la modification d'autres roches, mais bien des masses indépendantes formées d'une manière particulière, et jouant un rôle spécial dans la constitution de notre planète.

Les montagnes porphyriques, dont les plus hauts sommets s'élèvent à 1,012 mètres au-dessus du niveau de la mer, présentent des cirques dans lesquels des rivières plus ou moins considérables prennent leur source : le village de Cours est situé à l'entrée du vaste cirque porphyrique d'où sortent les sources de la Trambouze. On observe des cirques analogues à Mars, Belmont, Rouchal, etc.; ils affectent tous la forme d'un cône elliptique dont le sommet est en bas. Les parois de ces cirques, découpées par de profondes

vallées, atteignent jusqu'à 365 mètres au-dessus du fond de ces cratères de soulèvement.

Les granites et les porphyres forment des masses distinctes appartenant à des époques de formation très-différentes; néanmoins, souvent aussi ces roches présentent des passages gradués, qui montrent que les roches feldspathiques se rattachent les unes aux autres par une chaîne continue. Toutefois leur consolidation a été progressive, ce qu'attestent les pénétrations fréquentes des porphyres dans le granite, et certaines de ces roches sont restées fluides longtemps après que les autres étaient déjà solidifiées.

Les granites présentent des variétés assez nombreuses; on doit surtout en distinguer deux, dont les caractères extérieurs sont très-tranchés, et qui jouent, dans la constitution géologique de la contrée, ainsi que dans la nature du sol, des rôles différents. Variétés de granite.

Le premier, à petits grains, est composé de feldspath blanc, de quartz gris et de mica noir; il est assez fréquemment associé à du gneiss, auquel il passe d'une manière insensible. Cette circonstance empêche d'assigner les limites de ces deux roches; aussi nous les avons réunies, dans la carte géologique, sous le nom de formation de granite et de gneiss. Elle nous paraît former la base générale des montagnes anciennes de la France. Il existe cependant une variété de granite à petits grains non associée au gneiss; mais elle ne recouvre qu'une faible surface relativement à celle qu'occupe la formation de granite et gneiss.

La seconde espèce de granite possède une teinte générale de gris clair ou de rose pâle; elle contient presque toujours deux variétés de feldspath, différentes par leur couleur et par la netteté de leurs clivages. L'une, qui forme la pâte de la roche, rosée et d'un éclat nacré, présente un clivage assez indistinct. La seconde variété de feldspath, presque toujours en gros cristaux, donne à la roche une texture particulière qui la fait désigner sous le nom de *granite porphyroïde*. Cette espèce de feldspath, ordinairement d'un blanc un peu verdâtre, est très-lamelleuse. Ses cristaux affectent fréquemment la forme décrite par Haüy sous le nom d'unitaire, laquelle se rapproche d'un prisme droit rectangulaire.

Le granite porphyroïde n'est pas associé à du gneiss; il forme constamment des montagnes ou des chaînes isolées, qui se dessinent en relief sur la surface générale du plateau.



S. E. Fig. 8. N. O.



Vue générale des montagnes granitiques du nord de la Corrèze.

* Ventadour.
** Meimac.
*** Ussel.
**** Saint-Étienne-aux-Clous.

La figure ci-jointe, que nous empruntons à un mémoire inédit de M. de Boucheporn, ingénieur des mines, chargé de l'exécution de la carte géologique du département de la Corrèze, montre très-bien cette disposition.

Le granite à grands cristaux de feldspath y forme, à l'horizon, une série de montagnes arrondies et disposées en ligne droite, qui s'élèvent au-dessus du niveau général du granite à petits grains et du gneiss. Ces montagnes constituent, par leur ensemble, une chaîne orientée du S. E. au N. O., sur plusieurs lieues de long, depuis Ventadour jusqu'à Saint-Étienne-aux-Clous. La même direction S. E. N. O. se reproduit dans plusieurs autres chaînes de granite à gros grains, que l'on voit saillir en différents points sur les montagnes anciennes du centre de la France. M. de Boucheporn, en rapportant cette orientation fréquente du granite à gros grains, remarque qu'elle coïncide presque exactement avec une ligne qui joindrait les phonolithes du centre du Cantal et le rocher phonolithique appelé les *Orgues de Bort,* près de Mauriac. Cette coïncidence le porterait à croire que le soulèvement des phonolithes, auquel on a attribué l'élévation des groupes du Mont-Dore, du Cantal et du Mezenc, peut également avoir eu une grande influence sur le relief des montagnes anciennes de cette partie de la France.

Lorsque le granite à gros grains est en contact avec le granite à petits grains, il présente des passages presque insensibles à cette dernière roche, de sorte qu'on pourrait croire que ces deux variétés de granite sont contemporaines; mais, quand on les considère dans leur ensemble, le granite à gros grains est visiblement postérieur : on reconnaît qu'il y forme des espèces de murs qui se sont élevés d'une seule pièce au-dessus du granite à petits grains; quelquefois même, quoique très-rarement, on voit la première variété de granite former des filons dans la seconde. Les environs

d'Egleton, près Tulle, nous en offrent un exemple d'autant plus marqué que le granite en filons, qui est composé de cristaux volumineux de feldspath, de quartz hyalin et de mica argentin à lames assez développées, contient, en outre, de gros cristaux de tourmaline noire.

L'abondance des roches feldspathiques donne aux montagnes du centre de la France une physionomie particulière. Elles sont constamment arrondies, et, suivant la facilité avec laquelle les roches se désagrégent, leur surface est couverte de blocs de rochers ou de sable incohérent. Ce sable, lorsqu'il contient une quantité un peu considérable de feldspath et quelques paillettes de mica, est désigné dans le pays sous le nom particulier d'*arène*. La présence du feldspath, qui produit, par sa décomposition, une argile abondante, donne aux arènes des propriétés pouzzolaniques très-importantes. Ces sables feldspathiques forment, dans les montagnes de la Bourgogne, du Limousin et du Périgord, des couches quelquefois assez épaisses; partout elles fournissent aux constructeurs des matériaux précieux et fort recherchés pour les travaux hydrauliques. Les porphyres donnent aussi, fréquemment, par leur décomposition, des argiles pouzzolaniques; mais cette roche résiste, en général, beaucoup plus aux influences atmosphériques que le granite, de sorte que sa surface âpre et découpée contraste fortement avec le granite, et l'inspection générale du sol suffit presque toujours pour en déterminer la nature.

Relation entre la nature du sol et celles des roches qui le composent.

Les gneiss, plus durs et plus résistants que les granites, se décomposent peu et donnent presque toujours un sol complétement stérile : les granites à grains fins se transforment en sable ou en argile, suivant la prédominance du quartz ou du feldspath. Le granite porphyroïde se décompose promptement; son altération, presque constante, est surtout visible sur les longs plateaux granitiques qui dominent toute cette contrée. Ils sont parsemés d'énormes blocs qui, tantôt épars, tantôt accumulés, présentent l'image du chaos. Quelques-uns d'entre eux, placés en équilibre instable, peuvent osciller par la plus légère percussion. Ils produisent alors ces rochers tremblants qui sont constamment un objet de curiosité pour le voyageur. Ces blocs de granite, fréquemment à demi couverts, s'enfoncent en partie dans un sable formé de leurs débris. Quelquefois aussi ils sont placés droits, et ressemblent alors aux pierres druidiques, si fréquentes dans l'O. de la France.

Le feldspath du granite produit, en se décomposant, une terre argi-



leuse; et, suivant la proportion de cette terre et des grains quartzeux, le sol, presque toujours de qualité inférieure, est cependant susceptible de quelques produits.

Dans la Corrèze et dans les Cévennes, l'abondance de quartz communique une grande stérilité au pays. Le roc dur ne fournit point de terre argileuse; il ressort, presque partout, à travers une mince couche de sable impropre à la végétation. Là tout est solitude; on fait souvent plusieurs lieues sans trouver d'habitation, et l'on ne rencontre que de loin en loin des châtaigniers improductifs.

Dans quelques cantons privilégiés, comme au N. de Pompadour, le granite, presque entièrement feldspathique, donne une couche de terre végétale de plus d'un pied d'épaisseur, d'une admirable fertilité : aussi la végétation y déploie toute sa splendeur. Les châtaigniers et les chênes y acquièrent des dimensions généralement inconnues à ce pays, et les magnifiques prairies de Pompadour nourrissent les plus beaux bœufs du Limousin.

Culture du sol granitique.

La terre formée par la destruction du granite, en général très-légère, est connue sous le nom de terre de bruyère. On ne peut la fertiliser qu'en lui donnant beaucoup d'engrais; il faut même le renouveler toutes les fois qu'on la destine à produire des récoltes. On ne cultive les mêmes terres que tous les dix ans, après avoir essayé de les féconder en faisant brûler la fougère, les ajoncs épineux, et les genêts qui y croissent rapidement. Légère et friable, le froid soulève cette terre et déracine les plantes que l'on y sème. La fertilité des terres feldspathiques est en rapport avec la ténuité de leurs éléments, pourvu toutefois qu'elles renferment assez de gros grains pour peser sur les racines des plantes, et les retenir dans la terre quand le vent les agite ou que la gelée les soulève. Si tous les éléments sont trop divisés, ils ne fournissent que des terres presque stériles.

Le seigle, le blé sarrasin, les pois, les pommes de terre, sont les seules plantes utiles à l'homme qui puissent y réussir dans l'état actuel de la culture. On y voit cependant, çà et là, quelques champs de blé et d'avoine; mais la paille est grêle, et les épis clair-semés ne portent que des grains rares et fort petits.

Les chênes et les hêtres y deviennent vigoureux; le châtaignier y prospère presque partout, mais principalement sur les pentes des coteaux, car

les sommets sont, en général, nus et stériles. Le châtaignier, véritable arbre à pain de cette partie de la France, fournit la principale nourriture du pauvre, sert en partie à celle des bestiaux, et donne le revenu le plus solide, parce que, même sans culture, les produits en sont quelquefois très-abondants.

Le sol granitique présente fréquemment des marécages, ordinairement improductifs, et qu'il serait presque toujours facile de rendre à la culture; mais l'art des défrichements, de même que celui des irrigations, est peu connu dans ces contrées. Souvent même on ne sait pas donner aux terres labourables la pente nécessaire pour l'écoulement des eaux. Quelques-uns de ces marécages pourraient donner lieu à des exploitations avantageuses de tourbe; mais l'abondance des châtaigneraies vient encore fournir à un des plus pressants besoins de l'homme dans ces contrées souvent froides et humides.

Les vallons de ces contrées, recouverts des parties les plus ténues des terres formées sur les montagnes environnantes et des matières végétales et animales qui s'y trouvent décomposées, sont généralement fertiles. Le chanvre y réussit, le seigle y produit d'abondantes récoltes lorsqu'il n'est pas atteint par les brouillards.

Les prairies y donnent du foin abondant et de qualité supérieure.

Dans quelques points privilégiés, il existe des dépôts modernes, qui modifient le sol et lui donnent souvent une grande fertilité : telles sont les vallées de la Loire, de la Dordogne et de l'Allier. Cette dernière surtout, dont le sol est formé de calcaires d'eau douce, mélangés de débris de roches volcaniques, est d'une richesse extraordinaire dans la partie de son cours comprise entre Brassac et Moulins, et qui est désignée sous le nom de *Limagne*. Elle produit les plus beaux blés de la France. Les arbres fruitiers y déploient une fertilité vraiment prodigieuse, et la vigne elle-même, presque inconnue dans le centre de la France, y donne d'abondantes récoltes.

Dans les considérations qui précèdent, sur la nature et la forme des montagnes anciennes du centre de la France, nous avons vu qu'elles présentent des chaînes qui s'élèvent au-dessus du niveau général du plateau. La composition du sol de ces différentes parties est, en général, en rapport avec son relief; nous parlerons donc séparément, dans cette description, de la partie basse du plateau et des chaînes qui la dominent.

Partie basse du plateau.

Le pays à l'O. de Clermont, que l'on peut, par opposition aux chaînes de Tarare et du Forez, désigner sous le nom de partie basse, quoique sa hauteur soit moyennement de sept cent cinquante mètres au-dessus du niveau de la mer, présente une composition uniforme. Le granite et surtout le gneiss y règnent presque exclusivement. Vers les extrémités du plateau, le schiste micacé forme une bande assez continue, mais très-mince. Cette dernière roche n'alterne jamais avec le granite, et, lorsqu'on peut en étudier les contours, on remarque qu'elle est en forme de bassin, c'est-à-dire que ses couches sont relevées, et, pour ainsi dire, moulées sur les falaises granitiques qui l'entourent. Le schiste micacé pourrait donc être, malgré son état cristallin, étranger aux terrains anciens, tandis qu'il se lie avec les schistes du terrain de transition.

Le granite et le gneiss passent fréquemment de l'un à l'autre; il existe, en outre, des chaînes granitiques qui paraissent isolées de cette formation complexe; elles forment ordinairement des arêtes saillantes, qui se détachent du niveau général du plateau. Quelquefois, comme dans le département de la Lozère, la hauteur de ces chaînes granitiques est considérable. Elles constituent, ainsi que nous l'avons déjà énoncé, de véritables falaises, au pied desquelles existe le terrain de granite et de gneiss.

Cette disposition est tellement prononcée, qu'il serait facile, sur une carte d'une échelle analogue à celle de Cassini, de tracer les limites de ces deux formations granitiques par le seul examen du relief du sol. Cette circonstance, qui se joint à une différence d'âge, nous fait penser qu'il est utile de parler séparément de ces deux formations anciennes.

De la formation de granite.

Dans les environs de Limoges, la formation granitique constitue uniquement la chaîne de collines au N. de la Vienne. Elle ressort, en quelques points seulement, de la chaîne S. et forme encore plusieurs sommités aux environs de Chanteloube. Malgré la forme irrégulière de cette chaîne, on reconnaît que la ligne de séparation de ce granite et de la formation de granite et gneiss est orientée à peu près du N. 15° E. au S. 15° O. Cette direction est aussi la même pour une chaîne granitique beaucoup plus longue, qui traverse les départements de la Creuse et de la Corrèze, depuis Guéret jusqu'à Treignac, et qui se rattache aux granites des environs de Tulle. Enfin on retrouve la même direction dans le massif granitique de

la Margeride, qui se détache, à l'O., du terrain de gneiss et de granite, suivant une ligne N. 22° E., S. 22° O. Cette concordance de direction nous fait présumer que les différentes chaînes granitiques qui s'élèvent ainsi au-dessus du niveau général du plateau sont le résultat des mêmes phénomènes : la similitude du granite dans ces différentes chaînes rend cette conclusion presque certaine. Le granite présente deux variétés différentes : l'une à petits grains, l'autre à gros grains. Ce dernier contient fréquemment, en outre, de grands cristaux de feldspath rose, qui donnent à la roche la structure porphyroïde. Presque toujours les deux variétés de granite sont réunies dans la même chaîne ; celui à grains fins forme les versants, tandis que le granite porphyroïde occupe l'axe de la chaîne.

Environs de Limoges.

Les montagnes de Chanteloube affectent cette disposition : le granite qui en occupe le centre est composé de quartz hyalin gris, de feldspath rosé, quelquefois en cristaux volumineux, et de mica argentin. Cette dernière substance, toujours très-éclatante, se présente, dans quelques circonstances, sous la forme d'écailles testacées. Dans plusieurs localités, le feldspath est désagrégé et plus ou moins grenu ; ailleurs il est chargé de kaolin. Ce granite renferme quelquefois de la lépidolithe à la place de mica.

Cette variété de granite contient, près de Limoges, beaucoup d'espèces minérales. L'émeraude y existe en masses assez volumineuses, reconnaissables par leur dureté, leur transparence et leur couleur légèrement verdâtre. Il contient, en outre, de la chaux phosphatée grano-lamellaire, d'un vert grisâtre, des grenats rouges dodécaèdres, du cuivre panaché, du fer arsenical, du wolfram, du fer phosphaté, et plusieurs espèces de manganèse phosphaté qui ont été découvertes par M. Alluaud, de Limoges. C'est aussi dans ce chaînon que l'on a trouvé l'urane phosphaté. Quant à l'étain oxydé, qui a été reconnu dans deux localités aux environs de Limoges, il fait partie d'un granite à grains moyens, qui constitue principalement la chaîne de Blon, située également au N. de la Vienne, mais distincte de celle de Chanteloube. Ce granite est composé d'un mélange intime de feldspath blanc jaunâtre, laminaire, et d'un feldspath blanc grenu ; de quartz gris amorphe et de mica noir. Il est très-altérable ; son feldspath est souvent à l'état de kaolin ; il est distinctement stratifié. A Vaulry, la direction de ses bancs est N. N. E. S. S. O. Ce granite passe au greisen par la disparition du feldspath et l'augmentation du mica. Cette dernière roche

15.

ne forme que des amas irréguliers; elle contient presque toujours du wolfram lamellaire et quelquefois de l'étain oxydé amorphe.

Le granite à grains moyens est traversé, à Vaulry, par un grand nombre de filons stannifères, dont la puissance varie de $0^m,05$ à $0^m,35$: les uns font un angle de soixante degrés avec le méridien magnétique; d'autres sont inclinés seulement de trente degrés. La gangue qui les accompagne est d'argile lithomarge ou de quartz hyalin. Un seul est entièrement formé de chaux fluatée, violette, laminaire. Ils ont pour salbândes le greisen ou le granite, et sont toujours très-adhérents à la roche des parois. On a remarqué que ceux à salbandes de greisen sont plus stannifères que les autres; qu'il en est de même des filons les plus minces à l'égard des plus puissants. Ces derniers sont généralement formés d'un quartz compacte, stérile, ou chargé de wolfram et de fer arsenical; tandis que les moins épais sont composés d'un quartz carié avec étain oxydé en plus ou moins grande quantité, et mélangé de wolfram, de fer arsenical, de fer arséniaté et de molybdène sulfuré.

Granite de Guéret.

Dans la chaîne des environs de Guéret, le granite est à très-gros cristaux de feldspath blanc et à mica noir; il est peu solide, se désagrége facilement, de sorte que le terrain est sablonneux : on rencontre seulement, de distance en distance, des blocs de granite qui paraissent autant de monuments druidiques; mais on reconnaît bientôt, à la simple inspection du terrain, que ce sont des blocs en place qui ont résisté à la décomposition.

Granite de la Corrèze.

Dans la Corrèze, le granite est peu micacé; aussi a-t-il une faible consistance. C'est une remarque générale que le mica paraît donner de la ténacité au granite, et le rendre d'une décomposition plus difficile.

Le granite de la Corrèze est, en général, à grains moyens, et les trois éléments y sont intimement mélangés. Fréquemment, aussi, il contient de larges cristaux de feldspath, qui lui donnent la structure porphyroïde. La couleur des cristaux de feldspath, tantôt blanche, tantôt rose, donne naissance à deux variétés de granite qui s'altèrent assez facilement, mais dont le mode de décomposition est différent. La première variété se décompose par couches concentriques, en formant des boules solides entourées de sable et de détritus : on en voit des exemples remarquables à l'E. d'Argentat. La seconde se fendille sous forme de prismes, dont les faces sont presque toujours enduites d'une teinte ferrugineuse par l'altération des

lames de mica. Le granite de Tulle appartient à cette dernière variété. Cependant on exploite aussi, près de cette ville, des roches très-solides, formant des amas puissants dans le granite rose. On les distingue facilement de cette roche à leur couleur d'un gris bleuâtre : le feldspath qu'elle contient est peu lamelleux, presque compacte, et paraît plutôt appartenir à de l'albite. Ces granites albitiques se délitent en larges dalles; ils sont traversés par des filons de roches verdâtres analogues à de l'euphotide et à de la serpentine. Cette partie verte est intimement liée avec le feldspath et le quartz, de sorte que sa dureté participe de la dureté de ces deux minéraux, et qu'on ne saurait déterminer exactement sa nature.

Au N. de Tulle, le granite devient amphibolique, et il passe même, près de Champein, à une véritable syénite.

Nous avons annoncé que, dans la Lozère, la séparation du granite et de la formation de gneiss était très-marquée. Cette roche constitue trois massifs de montagnes qui dominent tout le pays.

Chaînes granitiques de la Lozère.

La montagne de la Margeride, située au N. O. du département, est la plus considérable. Ce massif court à peu près du N. au S.[1], sur une longueur d'environ quarante kilomètres, et se lie avec les montagnes du Cantal. A l'E. du département, s'étend, dans la direction de l'E. à l'O., le massif granitique de la Lozère, sur une étendue d'environ trente kilomètres. Enfin, dans la partie méridionale, on trouve les montagnes granitiques de l'Aigoual, dont la crête sépare le département de la Lozère de celui du Gard.

Sur ces massifs granitiques, et principalement sur la Lozère et sur l'Aigoual, s'appuient des gneiss et des micaschistes en couches variables d'inclinaison et de direction. Ces schistes constituent le sol de la partie S. E. du département que l'on nomme particulièrement les Cévennes.

Le granite qui forme les trois montagnes que nous venons d'indiquer présente une identité remarquable de composition : il est à gros grains et composé de feldspath lamelleux, de quartz vitreux translucide, et de mica d'une couleur généralement noirâtre. Il renferme de gros cristaux

[1] Ces détails, sur le granite de la Lozère, sont extraits d'un mémoire de M. Marrot, ingénieur en chef des mines, sur la constitution géologique du département de la Lozère. (*Annales des mines*, 1re série, tom. VIII, pag. 459)



de feldspath, qui ont quelquefois plus d'un décimètre de longueur : on y trouve des rognons d'amphibole, et même des veinules de serpentine, comme aux Fourches près de Mende.

Il est fréquemment traversé par des petits filons de feldspath; il y existe, en outre, des veines et des rognons de granite à grains fins, ou plutôt de feldspath micacé.

Ce granite à gros grains ne présente aucun indice de stratification; il se désagrége, en général, assez facilement. Celui de la Lozère résiste plus à l'action des agents atmosphériques que le granite de la Margeride. On trouve, vers le pied de cette dernière montagne, près de Mende, un granite désagrégé, dont le feldspath est décomposé et paraît changé en un véritable kaolin.

Les montagnes granitiques sont généralement arrondies, surtout celles qui forment le massif de la Margeride. On y voit aussi d'immenses plateaux, notamment dans la partie nommée le *Palais-du-Roi*, aux environs de Saint-Chely, et dans la partie N. O. du département.

Formation de gneiss sur la partie basse du plateau.

La formation de granite et gneiss, qu'il serait plus exact de désigner simplement par le nom de gneiss, parce que cette roche y domine beaucoup, constitue la plus grande partie du plateau ancien du centre de la France; dans la vallée de la Vienne, elle forme la chaîne méridionale. Près de Limoges, cette formation se compose de gneiss et de granite alternant un grand nombre de fois et se pénétrant dans tous les sens; elle offre, en outre, quelques bancs subordonnés de pegmatite et d'amphibole. Le granite à grains fins est presque toujours gris et fort différent de celui qui forme des chaînons isolés; surtout il ne se décompose pas comme ce dernier, quoi qu'il y ait cependant des parties où le feldspath est à l'état de kaolin: mais, en général, la formation de gneiss est de beaucoup la plus solide et la plus résistante de tout le massif. Le gneiss est à grains fins, comme le granite; le mica en est argenté et le quartz peu abondant. Il passe au granite par une diminution de mica, et au schiste par une surabondance de cet élément. Ce dernier passage n'est pas fréquent. Du reste, le schiste micacé associé avec le gneiss est assez rare, cette roche étant presque toujours en relation avec le terrain de transition.

Gneiss de Limoges.

Le gneiss de Limoges affecte une direction générale du N. E. au S. O. Il est traversé, non loin de cette ville, par des filons de porphyre en-

tièrement semblable à celui désigné en Cornouaille sous le nom d'*elvan*. Leur direction, fort régulière, est du N. N. E. au S. S. O. On les suit depuis la route du Pont-Rompu jusqu'à Saint-Léonard. Ce porphyre, composé d'une pâte feldspathique rougeâtre ou blanchâtre, contient des cristaux de feldspath, des grains amorphes de quartz, et des cristaux imparfaits d'amphibole vert sombre. Il passe au porphyre argileux et se décompose très-facilement.

On a trouvé dans ce gneiss, à Vaulry, des filons d'étain oxydé; ils y affectent la même disposition et la même puissance que ceux que nous avons déjà indiqués dans le granite de cette localité, de telle sorte que ces filons d'étain paraissent postérieurs à ces deux formations anciennes.

A mesure qu'on approche des limites du plateau, le terrain ancien du Limousin offre moins de roches granitoïdes et plus de roches schisteuses : on peut dire qu'il se compose principalement de gneiss à grains plus ou moins fins, fréquemment mélangé d'amphibole. Une circonstance remarquable, assez habituelle dans cette partie de la France, c'est l'existence du calcaire au milieu du gneiss. A Sussac, près Eymoutiers, cette roche est enclavée en amas parallèles dans le gneiss, dont les strates sont verticaux. Le calcaire saccharoïde gris clair renferme du mica.

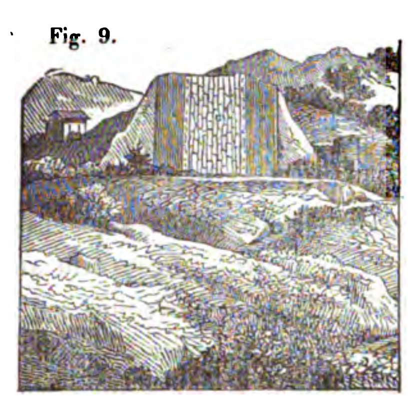
Calcaire dans le gneiss.

A Gioux, dans le département de la Corrèze, et à Savenne, dans celui du Puy-de-Dôme, on exploite du calcaire saccharoïde gris, nuancé de blanc, et présentant une structure rubanée, par suite du mélange de mica disséminé par bandes. Le mélange de mica est surtout très-abondant sur les parois de la couche; il est même tel, que l'on emploie seulement le calcaire blanc, qui en occupe le centre, pour la fabrication de la chaux. La disposition du sol empêche de voir clairement la liaison qui existe entre ces deux gisements; mais ils sont situés à une si petite distance l'un de l'autre, la nature du calcaire et les caractères du gneiss sont tellement identiques, qu'il y a tout lieu de présumer que les exploitations de Gioux et de Savenne sont placées sur le prolongement de la même couche. Le parallélisme des bandes du calcaire et des strates du gneiss conduit, en outre, à penser que ces deux roches sont contemporaines, ou, plus exactement, qu'elles appartiennent au même terrain. A Gioux, les strates de gneiss sont verticaux; la ligne de séparation du calcaire est marquée par une salbande étroite de détritus argileux.

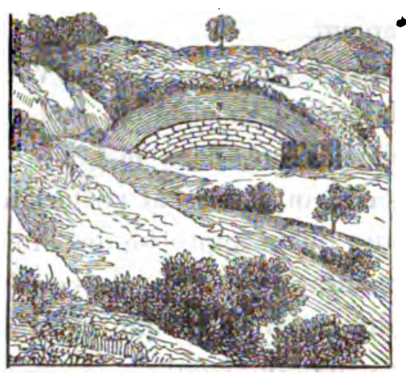


A Savenne, les lignes du calcaire et les strates du gneiss sont horizontaux. La masse en exploitation présente une forme ovoïde, et les couches sont cambrées, comme si elles avaient été ployées par une forte pression souterraine. La figure ci-jointe indique la disposition du calcaire dans les carrières de Gioux et de Savenne.

Fig. 9.



Carrière de Gioux.
C. Calcaire.



Carrière de Savenne.
S. Gneiss schisteux.

On retrouve également une couche subordonnée de calcaire dans le gneiss à Lavignac, près Mauriac, dans le Cantal. Le calcaire qui y est exploité dans plusieurs carrières est saccharoïde blanc, passant au marbre bleu turquin. Cette même couche calcaire reparaît en plusieurs points du cours de la Dordogne, notamment à Archers et à Roche-les-Peyroux.

La présence du calcaire dans les roches anciennes n'a lieu ordinairement que vers la limite de ces formations et des terrains de transition. Elle est assez fréquente dans cette position, et elle paraît presque toujours le résultat du métamorphisme du terrain de transition. Il est, au contraire, rare de trouver du calcaire intercalé dans le gneiss associé aux contrées entièrement granitiques, comme les montagnes du centre de la France. Il est probable que les exemples que nous venons de citer ne forment pas exception, et que les gneiss qui contiennent les calcaires de Sussac, de Gioux, de Savenne, etc., appartiennent également à des terrains de transition, qui ont été postérieurement enclavés dans les terrains granitoïdes. Peut-être cette formation singulière appartient elle-même à des terrains de sédiment très-anciens, qui ont été modifiés à une époque fort reculée. Nous aurons l'occasion de revenir, à plusieurs reprises, dans cet ouvrage, sur cette supposi-

tion du métamorphisme des terrains de transition : les chaînes du Forez, de la montagne Noire et des Pyrénées, dans lesquelles le terrain de transition et les roches anciennes sont constamment entrelacés, nous fourniront de nombreux exemples de cette intercalation.

Le feldspath du gneiss présente quelquefois une altération particulière et naturelle qui donne naissance au kaolin. La potasse n'y existe plus, et il manque également une certaine proportion de silice qui semble prouver que l'alcali a été enlevé à l'état de silicate. La décomposition qui a produit le kaolin est donc d'une nature entièrement différente de celle qui a lieu journellement dans les roches granitiques, et qui les transforme en sable argileux. Dans cette dernière circonstance, c'est une simple altération moléculaire; la composition du feldspath n'en est pas changée. Toutefois cette altération est très-profonde; car les granites, passés ainsi à l'état de sable, sont solubles en partie dans les acides, et fournissent des pouzzolanes artificielles plus ou moins énergiques, tandis que les parties non altérées de ces mêmes granites ne jouissent ni de l'une ni de l'autre propriété.

La transformation du feldspath en kaolin est, suivant M. Brongniart, le résultat d'un phénomène électro-chimique. Dans un travail très-important que ce célèbre professeur a publié l'année dernière sur ce sujet[1], il annonce « que le gisement du kaolin présente toujours un désordre extrême; qu'il « présente à la fois des pegmatites, des diorites, des eurites, des porphyres « combinés avec des filons de quartz et de minerais ferrugineux; que le « kaolin y forme une sorte de pétrissage par veines, lits irréguliers, sinueux « et interrompus; que ces masses argileuses sont en nodules lenticulaires, « tantôt parfaitement limités et se détachant facilement des roches qui les « accompagnent, tantôt, au contraire, se fondant, pour ainsi dire, avec elles, « et y passant par des nuances insensibles. C'est, peut-être, ajoute M. Brongniart[2], à cette pénétration intime de roches de nature très-différente, à « leur influence électro-chimique, plus ou moins énergique, les unes sur les « autres, qu'on peut attribuer cette grande disposition à la décomposition des « roches alcalifères qui font toujours partie des espèces de piles des gîtes de « kaolin.

[1] *Premier mémoire sur les kaolins, ou argile à porcelaine; sur la nature, le gisement, l'origine et l'emploi de cette sorte d'argile*, par M. Alexandre Brongniart, membre de l'Académie des sciences, etc. (*Archives du muséum*, 1839.).

[2] Même mémoire, page 189.

« La présence constante de roches ferrugineuses dans toutes les exploi-
« tations de kaolin, depuis la Chine, autant du moins qu'on puisse le pré-
« sumer d'un gîte si peu connu, jusque dans les gîtes étudiés avec le plus
« de soin de l'Europe, tend à confirmer cette opinion. »

On trouve du kaolin dans un assez grand nombre de points des montagnes anciennes du centre de la France, mais il n'y constitue que rarement des masses assez considérables pour être exploitées; et, dans la plupart d'entre elles, le mélange des roches colorées qui caractérisent ce genre de gisement les rend impropres à la fabrication de la porcelaine. Les environs de Saint-Yrieix, près Limoges, présentent une heureuse exception : le kaolin, malgré la réunion d'un grand nombre de roches diverses, est d'une pureté complète et d'un beau blanc; il y constitue une série d'amas disséminés dans le gneiss, sur une longueur de plusieurs kilomètres autour de Saint-Yrieix, et qui s'étend principalement vers le N.E. Ce gisement célèbre, découvert en 1765, fournit la terre de la porcelaine de Sèvres, si estimée de toute l'Europe, et ses nombreuses carrières alimentent exclusivement les fabriques de porcelaine de Paris; Saint-Yrieix exporte même ses produits jusqu'aux États-Unis.

Kaolin de Saint-Yrieix.

Le gneiss des environs de Saint-Yrieix est rarement intact et solide; il est presque toujours altéré en une roche kaolinique très-impure, rougeâtre ou jaunâtre.

Les diorites qui l'accompagnent sont également altérées et donnent une roche kaolinique d'un noir verdâtre, et quelquefois du kaolin d'un beau vert céladon, qui fond en une masse brunâtre.

Ces diorites ont enveloppé des masses de pegmatites, qui, par leur transformation, ont produit le kaolin le plus estimé. Ces roches forment des veines, des amas et de petits filons très-irréguliers, qui varient, à chaque instant, de direction et de richesse. Ces veines, généralement peu puissantes, s'élargissent quelquefois et forment des amas considérables dont l'exploitation est très-productive. Le kaolin est divisé en trois qualités désignées par les noms d'argileux, de sablonneux ou de caillouteux, suivant qu'il est pur ou mélangé d'une quantité plus ou moins considérable de grains de quartz, et même de feldspath : car souvent une partie de cette substance a conservé son état normal. Peut-être les roches de Saint-Yrieix, comme beaucoup de granites, contiennent-elles deux variétés de feldspath,

dont l'une, facilement altérable, aurait été transformée en kaolin, tandis que l'autre serait restée intacte. Dans quelques carrières, notamment au clos de la Barre, le kaolin est accompagné d'amphibole blanc et de grenats; on y a trouvé aussi du disthène. Dans cette même localité, le gneiss altéré présente des veines de calcaire saccharoïde. Les filons ou les veines kaolinitiques atteignent jusqu'à 20 mètres de puissance. Suivant M. Alluaud, ces veines courent à peu près parallèlement aux filons de pegmatite Les carrières du clos de la Barre fournissent, en outre, le caillou ou *pétunsé*, qui entre en partie dans la pâte de la porcelaine, et sert aussi à faire la couverte. C'est du feldspath lamelleux qui forme des veines et des petits filons dans le gneiss.

La figure suivante, extraite du mémoire de M. Brongniart cité ci-dessus, montre la disposition générale du kaolin aux environs de Saint-Yrieix.

Fig. 10.



Coupe générale des carrières de kaolin de Saint-Yrieix.

1. Gneiss décomposé.
2. Gneiss avec grenats.
3. Quartz.
4. Diorite schistoïde.
5. Gneiss non altéré.
6. Granite décomposé en filons.
7. Kaolin argileux.
8. Kaolin caillouteux.
10. Gneiss très-micacé altéré.
11. Terrain d'alluvion.

Le terrain de gneiss et granite du Limousin est très-uniforme; il offre cependant plus de variations que le granite pur à gros grains. Dans les environs de Tulle, le gneiss affecte deux couleurs principales. Il est noir, ou rose et blanc doré, avec de petites bandes de mica noir. Dans le premier, le mica est abondant; dans le second, il l'est beaucoup moins. Tous deux sont, en général, solides; mais le gneiss noir possède une compacité et une dureté très-remarquables : on le préfère de beaucoup au granite pour l'entretien des routes.

Le gneiss contient souvent de l'amphibole. Cette substance y est disséminée à deux états différents : fréquemment elle remplace le mica, et fait

Amphibole disséminé dans le gneiss.

alors partie constituante de la roche; souvent aussi l'amphibole forme des rognons plus ou moins gros, intercalés au milieu du gneiss. La décomposition du gneiss les fait paraître davantage. On les trouve alors, sous forme de boules, dans les champs dont le sol en est composé. La dureté extraordinaire de la roche amphibolique la rend impropre à tous les usages, quelquefois même au ferrage des routes.

Les gneiss de la Lozère sont à feldspath blanc et à mica noir. Cet élément, ordinairement fort abondant, beaucoup plus que dans les gneiss du Limousin, donne aux roches anciennes de cette province une structure feuilletée prononcée; néanmoins les gneiss de la Lozère sont durs et très-résistants, ce qui tient principalement à ce qu'ils renferment beaucoup de rognons et de veinules de quartz.

Différence dans le relief du granite et du gneiss.

La séparation du gneiss et du granite à gros grains est, ainsi que nous l'avons déjà annoncé, marquée par une falaise saillante. Mais la différence de nature de ces deux roches se dévoile surtout par le relief du sol. Les montagnes de granite, quoique de beaucoup les plus élevées, présentent constamment des pentes douces; leur surface est arrondie, et leurs sommités sont plates et allongées. Les montagnes de gneiss, au contraire, presque toujours escarpées, sont hérissées de sommités aiguës et déchirées. Les vallées qui les séparent sont profondes, et tellement étroites que souvent elles n'ont que la largeur du lit du torrent.

Abondance des filons métallifères dans le gneiss.

La formation de granite est très-riche en minéraux disséminés; mais c'est principalement dans le gneiss et dans le micaschiste qu'existent les nombreux filons métallifères du centre de la France. Malheureusement ces filons sont généralement peu puissants et peu riches; il en résulte que, malgré l'abondance assez marquée des gîtes métallifères de cette contrée, il n'y a cependant que peu d'établissements métallurgiques importants. Les principaux sont les usines à plomb de Pontgibaud, près de Clermont, et de Villefort, près Alais. Il existe encore quelques gisements d'antimoine, entre autres celui de Malbosc, près Alais. Ces différents filons métallifères sont toujours associés à une grande quantité de quartz, de sorte que ce sont, en réalité, des filons quartzeux contenant une certaine quantité de minerai.

Fer oxydulé dans le gneiss.

Le fer oxydulé se trouve fréquemment en petits cristaux disséminés dans le gneiss et dans le schiste micacé. Ce minéral y est ordinairement en

trop petite quantité pour être exploité; souvent même on ne découvre sa présence que par l'examen des sables qui proviennent de la destruction des roches qui le contiennent. Par suite de sa pesanteur spécifique, le fer oxydulé s'accumule dans tous les ravins, et ses petits grains noirs et brillants se distinguent facilement sur les sables granitiques, presque toujours d'un gris clair. Dans quelques circonstances assez rares, le fer oxydulé forme des amas plus ou moins puissants : la montagne de Combenègre, près de Villefranche d'Aveyron, en offre un exemple remarquable par l'abondance de ce minerai de fer.

Le terrain qui compose cette montagne est du gneiss, passant fréquemment au granite et contenant des amas d'un porphyre feldspathique qui lui-même se fond dans le granite. Le fer oxydulé se présente, dans le gneiss de Combenègre, de deux manières différentes : il y forme des amas lenticulaires, et il est disséminé dans la roche même, dont il fait alors partie intégrante en remplaçant le mica, précisément de la même manière que le fer oligiste remplace cette substance dans le schiste micacé de Willarica au Brésil. Cette disposition du fer oxydulé donne à la roche une structure rubanée, et, de loin, le minerai de fer se détache en bandes noires, comme le ferait le mica.

Fig. 11.



Gisement du fer oxydulé à Combenègre.

Sm. Schiste micacé. F. Amas de fer oxydulé.

La figure ci-jointe représente la partie de la montagne de Combenègre

où sont situées les exploitations. On remarquera que les différentes ouvertures pratiquées pour la recherche du minerai sont sur une même ligne, et qu'elles sont disposées dans le sens de la direction des feuillets du gneiss, de sorte que le fer oxydulé forme, dans le terrain schisteux, une espèce de couche irrégulière d'une assez grande épaisseur. Plusieurs tranchées, ouvertes en différents points de la montagne et notamment sur le revers opposé, ont appris que le gisement du fer oxydulé de Combenègre se prolonge sur une assez grande étendue.

Depuis trois ans on a commencé, à la forge de Decazeville, à mélanger le fer oxydulé de Combenègre, dans une assez forte proportion, avec les autres minerais qu'elle possède : ce minerai, fort riche, communique du nerf au fer, et le rend plus résistant; seulement il présente quelque difficulté à la fonte, à cause de l'abondance du quartz qui l'accompagne.

Schiste micacé.

Le schiste micacé forme, sur presque tout le pourtour du plateau, une bande assez mince à la séparation du terrain ancien et des formations secondaires. Cependant, dans quelques localités, il prend plus d'extension, et, dans ce cas, il paraît en connexion avec les terrains de transition. Beaucoup de circonstances nous font penser que le schiste micacé est véritablement du schiste argileux modifié; mais, à l'exception de son passage à des ardoises non fossilifères, nous ne possédons que des présomptions.

Le chemin de Sainte-Féréole à Traversac, dans le département de la Corrèze, montre assez nettement ce passage. Cette route coupe les couches en travers, et les fait toutes passer en revue. Les premières, qui s'appuient immédiatement sur le granite de Sainte-Féréole, sont d'un gris verdâtre, et se divisent en feuillets minces peu étendus. Peu à peu la couleur passe au gris brunâtre, puis au brun; les feuillets deviennent plus nets, plus étendus et plus compactes. Malgré ces changements, le schiste présente partout la teinte brillante du mica; seulement, au lieu de scintiller par place, ainsi que cela a lieu lorsqu'il contient des lamelles disséminées de cette substance, il devient satiné, luisant et comme talqueux. A ces schistes, brillants d'une manière uniforme, succèdent, mais par dégradations insensibles, les larges feuilles bleuâtres de schiste ardoisier; ces dernières présentent encore quelques paillettes de mica disséminées dans la masse même de la roche. La dégradation de texture, d'éclat et de couleur, a lieu par des passages insensibles, de sorte qu'il serait impossible de dire où est la limite entre le

schiste micacé et le schiste ardoisier, quoique cependant ces deux roches soient différentes à chaque extrémité de la série. D'un autre côté, le schiste ardoisier, malgré l'absence totale de fossiles, est complétement identique avec les roches analogues de certains terrains de transition.

Les ardoisières du Saillant, près Alassac, dont la figure ci-dessous retrace la disposition générale, montrent la relation intime qui unit le schiste ardoisier de cette partie de la France et le terrain ancien. La colline où sont placées les ardoisières est enclavée au milieu de la montagne de gneiss. La forme extérieure du terrain ardoisier et du gneiss, la couleur du schiste ardoisier, sa nature et sa parfaite fissilité, révèlent de suite à l'œil le moins exercé que cette roche et le gneiss sont étrangers l'un à l'autre. Cependant ces deux roches, presque soudées ensemble, paraissent liées si intimement, qu'il serait difficile, sans les passages que nous venons de citer du schiste micacé au terrain de transition, de ne pas les regarder comme contemporaines. Cette position singulière des ardoisières du Saillant conduit naturellement à admettre que la colline sur laquelle elles sont ouvertes est formée par une certaine portion de terrain de transition qui a, pour ainsi dire, été pincée entre deux chaînes de roches granitoïdes, et dont la texture est devenue cristalline postérieurement.

Fig. 12.



Vue géologique des environs du Saillant, près Alassac.

A. Granite.
B. Gneiss.
H. Terrain houiller.
G. B. Grès bigarré.

* Polverel.
** Lachauverie.
*** Le Saillant.

L'identité que nous venons de mentionner, il y a quelques lignes, entre le schiste micacé et les terrains de transition, se rapporte seulement à la nature des roches, c'est-à-dire au mode de dépôt qui les a produites, et non à leur âge. Les travaux récents des géologues sur les terrains de transition ont prouvé qu'il en existe plusieurs, séparés les uns des autres par des révolutions que le globe a éprouvées. Le schiste micacé du centre de la France nous paraît appartenir à un terrain de transition très-ancien, qu'on ne retrouve nulle part avec ses caractères propres. La régularité de la stratification de cette roche, et le passage que nous venons de citer avec le schiste ardoisier, établissent d'une manière bien nette son origine de sédiment; mais, d'un autre côté, le schiste micacé est lié géographiquement au terrain primitif : il s'élève presque à la même hauteur, il participe à tous ses accidents. Là où commence le micaschiste, là commence également le pays de montagnes. Le passage du micaschiste au gneiss est, en outre, souvent peu distinct, tandis que la démarcation du micaschiste au terrain de transition à fossiles, ou au schiste houiller, est toujours très-tranchée. Enfin, la direction des couches du micaschiste et des terrains houillers qui le recouvrent est ordinairement la même; mais l'inclinaison est très-différente : les premières sont presque toujours verticales, tandis que le schiste houiller fait rarement un angle supérieur à quarante degrés avec l'horizon. Il résulte de ces différentes circonstances qu'en admettant que les schistes micacés ont une origine sédimentaire, on doit également admettre qu'il s'est écoulé un laps de temps considérable entre le dépôt de ces schistes et celui des terrains de transition à fossiles. Probablement même, la formation de ces deux terrains, actuellement si différents, a été séparée par deux révolutions successives, qui ont chacune été marquées par l'émission de granite. Nous sommes portés à croire que les schistes micacés, déposés d'abord horizontalement, ont été relevés et modifiés par la première éruption de granite, qui correspond au granite à grains fins associé au gneiss.

Le granite porphyroïde serait le produit de la seconde émission granitoïde; il aurait soulevé, à la fois, le granite, le schiste micacé et les terrains de transition fossilifères. La présence de nombreux galets de ce granite dans plusieurs terrains houillers du centre de la France, et notamment dans celui de Lapleau dans la Corrèze, nous apprend qu'il est antérieur

au dépôt de ces terrains. C'est, sans doute, à un troisième épanchement de granite, peut-être celui à grains fins, non associé au gneiss, que l'on doit le relèvement des terrains houillers.

Les montagnes qui séparent la Loire de l'Allier forment une chaîne continue depuis les environs du Puy, où ces deux rivières prennent leur source, jusqu'au point où la Loire change de direction à Digouin. Cette chaîne est orientée du S. au N., comme le cours de la Loire qui baigne son pied E. Elle présente des sommités assez considérables, et qui se dessinent fortement sur le plateau central de la France dont elle forme de loin une limite prononcée. Le mont Herboux ou Pierre-sur-Autre, le Montoncelle et les trois pointes de la Magdeleine, sont les points culminants de cette chaîne; ils ont 1633^{m},92, 1287^{m},85 et 1255^{m},20 de hauteur au-dessus de la mer. La constitution physique de cette chaîne est, à quelques circonstances près, la même que celle du groupe de Tarare. Une étude approfondie, qui en a été faite dernièrement par M. Grüner, ingénieur des mines, chargé par l'administration de dresser une carte géologique détaillée du département de la Loire, nous permet de donner quelques détails intéressants sur cette chaîne. Pour en faire comprendre l'ensemble, nous serons obligés de décrire presque concurremment les terrains anciens et les terrains de transition, tellement enclavés les uns dans les autres que souvent même leurs limites sont impossibles à tracer, à cause du métamorphisme des roches schisteuses. Nous suivrons également cette marche dans les détails que nous donnerons sur la chaîne de Tarare, et sur celle de la montagne Noire. Chaîne du Forez.

La chaîne du Forez est composée de granite, de porphyres et de quelques lambeaux de terrains de transition déposés principalement au pied de la chaîne. Ces différents terrains présentent, au premier abord, un désordre apparent; mais, quand on dessine leurs contours sur une carte, on reconnaît, au contraire, qu'ils sont disposés, les uns par rapport aux autres, d'une manière symétrique. Ils forment des espèces de bandes parallèles entre elles, et qui courent à peu près du N. au S., comme la chaîne du Forez elle-même.

Le granite lui-même est soumis à cette loi de symétrie; il forme l'axe de la chaîne, de telle sorte que ses crêtes séparent le Forez de l'Auvergne. En outre, cette roche, à grands cristaux à Noire-Étable, c'est-à-dire à la ligne de séparation des eaux, devient à grains plus fins et d'une struc- Nature du granite.

ture plus homogène lorsque l'on descend, soit vers la Loire, soit vers l'Allier. L'état cristallin est donc plus prononcé dans la partie centrale que sur le versant de la chaîne. Le granite à grains fins contient fréquemment des blocs isolés de gneiss, quoique cette roche n'existe pas dans la chaîne elle-même. Ces fragments qui appartiennent au massif principal annoncent que cette chaîne a été soulevée postérieurement au gneiss. D'un autre côté, dans aucun point du Forez, le granite ne traverse les couches de transition, de sorte qu'il paraîtrait que cette chaîne, quoique formée après que le plateau avait déjà été soulevé, a été relevée antérieurement au dépôt de ces terrains de sédiment.

Des porphyres.

Les porphyres sont de deux espèces : les uns, que M. Grüner désigne sous le nom de *porphyre granitoïde*, tiennent, quant à leur nature, le milieu entre le granite proprement dit et les *porphyres quartzifères*, qui forment la seconde espèce. Les porphyres granitoïdes ressemblent beaucoup au granite, et ils ont été pris très-souvent pour cette roche : la montée de Montbrison à Boën est presque entièrement sur ces porphyres. Ils ne sont pas, comme les porphyres quartzifères, composés principalement d'une pâte feldspathique ; mais le feldspath y forme une masse cristalline non lamelleuse, renfermant des paillettes nombreuses de mica et des grains rares de quartz. Cette contexture généralement cristalline, et la couleur blanche du feldspath, donnent à cette roche une certaine analogie avec le granite ; mais, si on la compare à celui de Noire-Étable et aux granites à grains fins de Montbrison, on reconnaît qu'elle en diffère complétement. Ainsi, dans les granites, le feldspath et le quartz, tous deux cristallisés, sont en proportions à peu près égales. Dans le porphyre granitoïde, au contraire, le feldspath, ordinairement cristallin, peu lamelleux, et quelquefois tout à fait compacte, est toujours prédominant, tandis que le quartz ne forme que quelques grains isolés ; quelquefois même cette substance manque complétement. Ces caractères minéralogiques, quelque importants qu'ils soient, ne fournissent pas des différences aussi marquées que celles qui résultent de la relation des roches. Ainsi il n'existe aucun passage entre les porphyres granitoïdes et les granites, tandis qu'au contraire ils passent souvent aux véritables porphyres par des dégradations insensibles. L'aspect général du sol, composé de granite et de porphyre granitoïde, est aussi très-différent : l'absence complète de pâte feldspathique fait que les granites sont peu so-

Porphyre granitoïde.

lides, se désagrégent avec facilité, et que leurs escarpements sont constamment arrondis; les porphyres granitoïdes sont, au contraire, durs, résistants, et les rochers en sont aigus et découpés.

Porphyre quartzifère.

Les *porphyres quartzifères* sont ordinairement composés d'une pâte de feldspath compacte rouge, avec des cristaux de feldspath rose lamelleux et des grains de quartz hyalin gris, souvent même complétement cristallisés. Cette variété de porphyre, qui donne son nom à toutes les roches de la même époque, n'est pas, à beaucoup près, la seule; ainsi il existe des porphyres gris clair, et d'autres dans lesquels le feldspath est tantôt brun, tantôt vert : ces derniers contiennent fréquemment des paillettes de mica. Ces différents porphyres passent les uns aux autres; ils se trouvent, en outre, dans des circonstances géologiques identiques, ce qui nous engage à les réunir dans une seule classe, que nous caractérisons par le plus important et le plus marqué, qui est le porphyre quartzifère. Cette classe de porphyre est plus moderne que le porphyre granitoïde : non pas qu'un repos absolu des phénomènes ignés ait marqué leur séparation, car il existe des passages assez fréquents entre eux; mais le porphyre quartzifère forme des filons dans le porphyre granitoïde, tandis que l'inverse n'a pas lieu. On voit un de ces filons de porphyre à Chanchay. M. Grüner croit que la période des terrains de transition a été close par l'apparition du porphyre granitoïde; les porphyres quartzifères seraient plus modernes que les terrains houillers, attendu que ceux-ci ont éprouvé des dérangements considérables par leur arrivée au jour. Une preuve certaine de cette différence résulte de la nature du grès à anthracite, qui contient, dans les environs de Régny, de Thizy et d'Amplepuis, des fragments de porphyre granitoïde, tandis qu'on ne voit pas de galets de la seconde classe de ces roches ignées. Quant à la postériorité des porphyres granitoïdes sur les terrains de transition, la chaîne du Forez en fournit des exemples presque à chaque pas : nous en citerons quelques-uns. Près de Saint-Just, le porphyre granitoïde, composé de feldspath blanc grenu, sur lequel se détachent des cristaux de feldspath lamelleux et quelques grains de quartz, forme des escarpements qui bordent la route; à une demi-lieue environ de Saint-Just, il enveloppe des lambeaux de terrain de transition qui sont des schistes verts, tendres et fissiles, et des grauwackes schisteuses vertes. Ces roches, deve-

Age relatif des deux porphyres.

Postériorité des porphyres relativement aux terrains de transition.

nues légèrement cristallines, présentent la plus grande analogie avec les schistes d'Urfé, qui appartiennent au terrain de transition bien constaté. Cette localité fournit, en outre, un exemple de la relation des deux classes de porphyre que nous avons signalées, le porphyre quartzifère y formant plusieurs filons qui traversent le porphyre granitoïde.

Au pied du mont Urfé, en face de Champoly, on trouve encore des schistes enclavés dans le même porphyre.

Les environs de la Sablonnière nous offrent une preuve d'un autre ordre, mais également concluante. A mesure que l'on s'approche de ce village en venant de Saint-Martin, on remarque que le sol, qui est formé de porphyre granitoïde, se couvre de plus en plus de blocs de schiste siliceux et de schiste argileux provenant du terrain de transition. Le volume d'un grand nombre de ces blocs comprend plusieurs mètres cubes, et leurs arêtes sont souvent assez vives, de sorte qu'ils ne paraissent pas avoir été roulés. Cependant, comme le sommet de la montagne d'Urfé, qui domine le pays, est formé de schiste siliceux en couches régulières, il serait naturel de penser que les blocs proviennent de cette sommité; mais à peine a-t-on dépassé la Sablonnière de cinq cents mètres en se dirigeant vers Urfé, que ces blocs disparaissent subitement, et on n'en retrouve aucune trace jusqu'à Prolange, où cette roche forme de nouveau le sol. Si ces blocs étaient tombés de la montagne d'Urfé, ou s'ils provenaient du schiste de Prolange, la distance qui les sépare de ces deux points devrait en être couverte, et leur nombre devrait même augmenter à mesure qu'on s'éloigne de la Sablonnière. Le soulèvement du porphyre granitoïde, que nous avons montré être postérieur au schiste, fournit une explication aussi simple que naturelle de la présence des blocs de schiste siliceux de la Sablonnière. Ce porphyre, en se soulevant, a traversé le terrain de transition, et il a poussé devant lui les blocs qu'il avait détachés à ce terrain. Et, suivant son état de fluidité, il les a enveloppés, comme nous venons de voir que cela avait eu lieu près de Saint-Just et de Champoly, où il les a simplement portés à la surface du sol.

Ligne de contact du granite et du porphyre.

Les porphyres granitoïdes reposent, en général, sur la chaîne granitique, et forment, par leur ensemble, une petite chaîne parallèle à la grande. Elle est marquée par l'alignement des collines de porphyre, disposées suivant une ligne droite parallèle à la ligne de jonction de ces

deux terrains, et très-près d'elle. La butte orientale de Rouve, celle de Cassefroid, de Barges, de Vernay, du coteau Vidal et enfin du mont Calvaire de Champoly, sont parfaitement en ligne droite; elles sont toutes allongées dans le sens de cette ligne; enfin les roches qui les composent sont à peu près identiques. Toutes ces circonstances concourent à prouver que la formation de ces buttes a été instantanée, et qu'elles sont autant de témoins d'une chaîne qui s'est soulevée dans cette direction.

Les autres accidents du sol, sans être aussi prononcés, sont également en relation avec la limite du granite et du porphyre.

Presque partout elle est marquée par des gorges ou des vallées qui suivent cette ligne de contact et l'indiquent d'avance au géologue. Le torrent qui descend de Tardi vers Moulette, et celui qui coule de Tardi vers Moutret, sont précisément dans cette position. Il en est de même, près de la chaîne des bois de la Magdeleine, pour la vallée de l'Aix, au midi, et celle de la Bèbre, au nord.

Le contact des deux terrains est généralement accompagné par des filons de quartz. Leur abondance a fait souvent éprouver une certaine altération au granite, qui est devenu plus quartzeux et par conséquent plus dur. On y trouve aussi des filons métallifères; dans la butte de Genétines et dans celle de Vernay, on connaît des filons de galène dans cette position. Au pied du mont Calvaire se trouve un filon de pyrites arsenicales, placé également à la séparation du granite et du porphyre.

Les filons de quartz ne sont pas précisément parallèles à la séparation des deux roches; ils pénètrent, en général, du porphyre dans le granite; ils s'amincissent en passant dans cette dernière roche, et bientôt ils se fondent dans sa masse et en augmentent seulement la résistance. La facilité avec laquelle le granite se désagrége rend cette disposition très-apparente, et souvent même on voit saillir, sur la ligne de contact de ces deux roches, des masses quartzeuses enlaçant du granite entre ses différentes branches. Dans quelques circonstances, la séparation du granite et du porphyre est encore accompagnée de la présence d'un conglomérat porphyritique de l'âge des terrains houillers.

Filon de débris à la séparation du granite et du porphyre.

Le bourg de Rochefort, situé à la séparation des deux terrains, est une station géologique très-instructive, par la facilité qu'on y trouve pour étudier les différents phénomènes que nous venons de signaler. La démo-

lition du vieux château a mis à nu cette ligne de contact : le granite y est blanc et très-quartzeux; le porphyre, à pâte terreuse, ne contient pas de cristaux de quartz : la séparation de ces deux roches est marquée par un filon, formé de schistes brisés mélangés de grains quartzeux et feldspathiques. Ce conglomérat schisteux a été visiblement produit par la trituration du schiste argileux, dont on trouve encore, dans le filon, des parties très-bien conservées, mêlées à des débris de granite. Le porphyre contient, en outre, quelques fragments de schiste, à la vérité, devenus cristallins, et des masses, quelquefois assez considérables, de granite. La différence de l'état cristallin du feldspath, dans les blocs de granite empâtés et dans le porphyre, établit une distinction tranchée entre ces deux roches; et, comme pour rendre la comparaison plus facile encore entre le schiste et les fragments schisteux qui composent cette espèce de filon de débris placé à la séparation du granite et du porphyre, il existe, à l'E. du château, un lambeau de schiste argileux régulièrement stratifié et dont les caractères, avec les fragments conservés, sont d'une analogie remarquable.

La figure suivante indique assez exactement la position du porphyre et du granite; seulement l'épaisseur du filon de conglomérat est beaucoup exagérée.

Fig. 13.



Séparation du granite et du porphyre à Rochefort.

G. Granite
P. Porphyre.
mn. Filon de débris schisteux.
* Château de Rochefort.

Calcaire saccharoïde enclavé dans le porphyre.

Les porphyres de la chaîne du Forez présentent, dans plusieurs points, des filons de calcaire saccharoïde; on en connaît près de l'Hôpital, au hameau de Colet, près de Noire-Étable, à Saint-Thurin, à Soulagette



et à Champoly. Dans cette dernière localité, le filon calcaire a été exploité sur une longueur de plus de 400 mètres. A quelques centaines de pas avant d'arriver au filon[1], le granite fait tout à coup place au porphyre rouge. Le pied S. et S. O. du mont Calvaire de Champoly est encore du véritable granite, tandis que le sommet de ce mont, aussi bien que celui du mont Vidal, où se trouve le filon calcaire, est exclusivement porphyrique.

La direction du filon calcaire est S. 10 à 15 degrés E. magnétique, la même que celle des crêtes porphyriques de cette localité; il plonge d'environ 60 degrés à l'O.; sa puissance, un peu variable, est cependant d'au moins 10 mètres dans les parties où elle est la moins grande. Le toit et le mur de ce filon sont d'un porphyre verdâtre, parsemé d'un grand nombre de points rougeâtres, qui semblent être du feldspath un peu décomposé; il contient, en outre, de gros cristaux de feldspath lamelleux blanc et blanc rosé : le quartz y est peu abondant. Entre ce porphyre et le mur même du filon calcaire, se trouve une salbande d'une roche argileuse durcie et de couleur verdâtre. Au toit du filon, le porphyre est imprégné de fragments calcaires, ou plutôt il existe une salbande composée d'une brèche calcaréo-porphyrique. La pâte de cette brèche est verdâtre, d'un aspect terreux ou compacte; elle renferme des cristaux de feldspath rosé et beaucoup de petites masses cristallines de marbre blanc. On ne voit pas de grains de quartz; les fragments de calcaire sont à angles vifs, et cependant comme fondus avec le porphyre. A la crête du filon et dans les parties supérieures de cette brèche porphyrique, on trouve une roche caverneuse, à cassure terreuse, composée du même porphyre que la brèche, dont les cellules vides étaient sans doute occupées par des fragments de calcaire, qui ont été détruits postérieurement. La forme assez régulière de ces cellules, presque toutes anguleuses, nous montre qu'elles n'ont pu être produites par l'échappement de gaz comme les cavités bulleuses des roches scoriacées.

Le calcaire est généralement d'un blanc parfait, ou faiblement nuancé de gris clair; sa structure cristalline est à grains très-fins; il s'égrène fa-

[1] Cette description est empruntée au journal de voyage que M. Grüner a envoyé à l'administration des mines en 1838, à l'appui du travail de la carte géologique du département de la Loire dont cet ingénieur est chargé.



cilement. Ce défaut, joint aux nombreuses fissures qu'il présente, le rend impropre à la sculpture.

Au milieu de ce calcaire, on trouve parfois de grands blocs d'une roche schisteuse compacte et dense, d'un vert noirâtre très-foncé, qui semble une argile durcie par une action ignée; les fissures de cette roche sont tapissées par un enduit brillant savonneux vert, de nature serpentineuse ou talqueuse, ainsi que par quelques lamelles de spath calcaire.

A la Bombarde, il existe également un filon de calcaire saccharoïde, de 8 mètres de puissance, intercalé dans le porphyre. Les fissures de ce calcaire sont tapissées de parties serpentineuses ou stéatiteuses, de couleur verdâtre; une brèche calcaréo-porphyrique forme les salbandes de ce filon de marbre; il est lui-même traversé par un petit filon de galène, de 5 à 6 pouces d'épaisseur, ainsi que par des filons de porphyre vert.

L'absence habituelle de calcaire au milieu des roches ignées, et, d'un autre côté, l'intercalation fréquente du schiste de transition au milieu du porphyre de la chaîne du Forez, nous font présumer que ces filons de marbre ont été produits par une cause analogue : la présence des argiles durcies et des fragments calcaires rend cette supposition très-probable.

Terrain de transition du Forez.

Le terrain de transition forme des lambeaux peu considérables, mais assez nombreux sur les deux rives de la Loire. Ces petits dépôts, répandus d'une manière fort irrégulière sur le porphyre, n'arrivent jamais jusqu'à la chaîne centrale, de sorte qu'on n'observe pas le contact entre les terrains de transition et le granite. La limite du terrain de transition s'accorde même constamment avec la ligne de séparation du granite et du porphyre. Il semblerait résulter de cette disposition qu'à l'époque où les schistes argileux se sont déposés, les limites du bassin devaient à peu près se confondre avec la ligne de séparation actuelle du porphyre et du granite, et que la première de ces roches a surgi du sein de la terre, le long du pied d'une chaîne granitique dont la direction était à peu près la même que la chaîne actuelle. M. Grüner admet que ce soulèvement forme un treizième système qui aurait eu lieu à une époque intermédiaire entre le second système et le troisième système de M. Élie de Beaumont, c'est-à-dire entre le système des ballons et des collines du bocage normand et celui du nord de l'Angleterre. La direction de ce nouveau système est sur onze heures de la boussole.

Composition de ce terrain.

Ces terrains de transition se composent de graüwacke et de schistes argilo-siliceux, formant la base de ces terrains, de grès tendres, de schiste argileux et de calcaire bitumineux, qui en sont les parties les plus modernes. Nous ne saurions préciser si ces différentes couches constituent un seul et même terrain, ou si, au contraire, la présence du grès tendre que nous venons de signaler n'indique pas qu'il existe, dans les terrains de transition du groupe de Tarare, des divisions analogues à celles faites par M. Murchison, dans le S. de l'Angleterre, et que nous avons également reconnues dans la Bretagne et la Normandie. Les fossiles du calcaire bitumineux, qui sont principalement des évomphales, des productus, des spirifères et des encrines, ainsi que l'association de ce calcaire avec les anthracites, s'accordent pour le faire regarder comme la partie supérieure du terrain de transition.

Altération de ce terrain par les porphyres.

Le contact continuel du schiste siliceux et du porphyre nous fait présumer que les caractères de ces schistes sont dus à une altération : cette supposition est d'autant plus probable, qu'ils contiennent fréquemment des cristaux de feldspath, et qu'on observe même leur passage au porphyre. Dans les environs d'Urval et de Poïet, la liaison du porphyre et du schiste est tellement intime, qu'on ne sait où placer la limite de ces deux roches; dans les bois au-dessus de Poïet, on voit, en contact avec du porphyre vert à cristaux distincts de feldspath, une roche compacte homogène, parsemée de quelques cristaux de feldspath, ayant seulement une légère tendance à la schistuosité. Cette roche se rapproche, par ses caractères, du schiste; mais c'est cependant plutôt un porphyre. Sa couleur est d'un vert noirâtre passant souvent au violet. Elle est criblée de petits grains pyriteux; néanmoins elle ne s'altère pas, par l'exposition à l'air, comme les porphyres. Des blocs exposés depuis des siècles aux intempéries des saisons ont conservé leurs arêtes vives, tandis que les blocs de porphyre granitoïde, placés à côté des premiers, ont leurs angles arrondis et leurs arêtes émoussées. Cette différence remarquable tient, sans aucun doute, à la nature de la roche, qui probablement est un schiste altéré. En marchant vers Urfé, on a la preuve certaine de ce métamorphisme : la structure schisteuse se déclare de plus en plus, et, à l'E. des ruines qui y existent, la roche forme des couches régulières peu inclinées, qui se dirigent N. S., comme toute la chaîne. Elles sont for-

tement schisteuses et ne contiennent plus de cristaux de feldspath; mais elles possèdent encore une grande dureté, et se cassent en fragments pseudo-réguliers, phénomène si habituel aux roches qui ont été chauffées. Ces fragments, presque inaltérables, conservent encore leurs angles primitifs, et déjà il n'est plus possible de confondre cette roche avec le porphyre vert. A mesure qu'on s'éloigne de cette roche, les caractères du schiste deviennent de plus en plus prononcés, et, près d'Urval, la roche a repris l'allure complète des schistes de transition : elle est tendre et se divise en petits feuillets bleuâtres, à la manière des schistes ardoisiers.

Passage du schiste au porphyre.

Le plateau des Essards est peut-être la position du Forez où le terrain de transition est le plus développé : il repose sur le porphyre, sur lequel il forme quelques lambeaux isolés, puis il le remplace complétement; il présente en ce point toutes les variétés de graüwacke et de schiste; on y voit également un conglomérat quartzeux, du grès fin très-quartzeux, et diverses variétés de schiste, dont les uns sont en feuillets plans très-réguliers, tandis que d'autres sont courbes et ressemblent alors à des schistes talqueux. Ces schistes contiennent fréquemment de petites couches d'un quartz lydien, parfaitement noir, très-dur et quelquefois veiné de blanc.

Dans plusieurs localités, le schiste contient du calcaire; il en existe au-dessus de Saint-Thurin; sur le bord de la grande route de Montbrison à Roanne, il forme quelques veines parallèles aux couches du terrain.

Les caractères du terrain de transition de la chaîne du Forez sont identiques avec ceux de la chaîne de Tarare. Nous nous bornerons, dans ce moment, à ce peu de détails sur ces terrains, sur lesquels nous aurons bientôt l'occasion de revenir.

Chaîne de Tarare.

La chaîne qui sépare la vallée de la Loire de celle de la Saône et du Rhône prend sa naissance, comme la chaîne du Forez, dans les montagnes de la Haute-Loire; elle se continue, avec une grande régularité, du S. au N., sur plus de 50 lieues de longueur, en formant successivement les montagnes anciennes des environs d'Issengeaux, celles de Saint-Étienne, la chaîne de Tarare et les montagnes du Beaujolais : on pourrait même y rattacher la chaîne du Morvan; mais l'âge de cette dernière est différent. Durant ce long parcours, l'axe de la chaîne est continu, et peu de vallées remontent jusqu'à son sommet : la direction de cette chaîne est la même que celle du Forez; elle doit son origine à la même cause, et sa com-

position est identique. Elle présente cependant, sur son versant E., une roche de plus : c'est le gneiss, qui forme toutes les montagnes de Saint-Étienne, et qui, à partir de ce point, constitue les collines qui bordent le Rhône, jusqu'au point où ces roches anciennes s'enfoncent sous les terrains secondaires de l'Ardèche. Le gneiss de la chaîne de Tarare se rattache donc, un peu au S. de Saint-Étienne, au gneiss du plateau central de la France. Cette disposition montre avec évidence que les deux chaînes du Forez et de Tarare sont, ainsi que nous l'avons indiqué, plus modernes que les terrains anciens du Limousin.

Gneiss sur sa pente E.

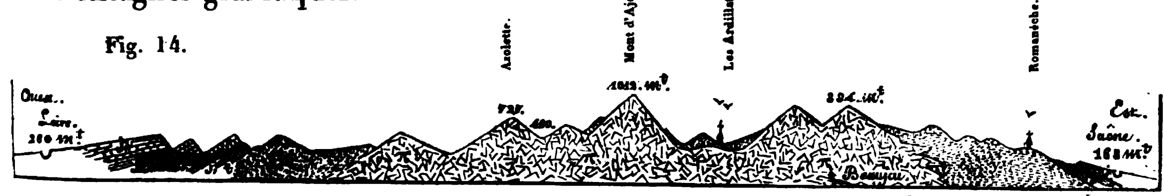
D'après l'identité que nous venons de signaler, on doit donc retrouver, et on retrouve, en effet, dans les montagnes qui séparent la vallée de la Loire de celle du Rhône, du granite, du porphyre granitoïde, des porphyres quartzifères, des terrains de transition et du terrain houiller. Il existe, en outre, de l'arkose et des calcaires jurassiques; mais ces deux dernières formations sont déposées exclusivement sur la pente extérieure de ces montagnes, et elles font partie de la ceinture de terrains secondaires qui enveloppe le massif central de la France sur tout son pourtour.

Calcaire jurassique sur la même pente.

Le granite est fort rare dans ce massif de montagnes; il ne s'y montre qu'isolément et par places. Il ne constitue pas l'axe de la chaîne comme pour les montagnes du Forez. C'est le porphyre qui joue le rôle principal : il occupe le centre du massif sur une épaisseur considérable, et le granite, sauf quelques exceptions, se trouve exclusivement sur ses pentes.

Le dessin ci-joint, qui représente une silhouette exacte des montagnes comprises entre la Loire et la Saône, montre clairement la position relative du granite et du porphyre. Il rappelle également très-bien l'aspérité des cimes porphyriques, et les formes arrondies qui caractérisent constamment les montagnes granitiques.

Fig. 14.



Coupe transversale du massif de montagnes qui sépare la Loire de la Saône, sous la parallèle de Beaujeu.

γ. Granite.
π. Porphyre.
t. Tryas.
j. Lias.
j¹. Oolithe inférieur.
p. Terrain tertiaire supérieur.

Le granite de la chaîne de Tarare est presque toujours à petits grains. La rareté de cette roche se lie avec une différence de hauteur assez remarquable; car, tandis que dans le Forez plusieurs sommités atteignent de 1,500 à 1,600 mètres d'élévation au-dessus de la mer, les montagnes de Beaujeu, les plus élevées de ce groupe, dépassent à peine 1,000 mètres. Il en résulte que la cause qui a soulevé les deux chaînes qui bordent la Loire et la Saône a développé moins d'énergie dans ce cas que dans l'autre; et, tandis que les granites de Noire-Étable ont surgi jusqu'à la surface pour former une arête saillante, ceux de la chaîne de Tarare n'ont été mis au jour que dans quelques points.

Succession de roches entre Roanne et Tarare.

La symétrie que nous avons indiquée dans la disposition des roches sur la chaîne du Forez se retrouve encore dans celle qui nous occupe : leur séparation se fait en ligne presque droite et parallèlement à l'axe; les porphyres quartzifères forment la pente extérieure, puis viennent les porphyres verts et les porphyres granitoïdes, qui s'appuient sur le granite, quand toutefois cette roche se montre à nu. La route de Roanne à Lyon, qui traverse la chaîne de Tarare transversalement, fournit une excellente coupe dans laquelle cette disposition est très-marquée.

La vallée de la Loire, fortement resserrée à la sortie du bassin de Montbrison, s'élargit de nouveau près de Roanne; elle a environ une demi-lieue de large dans la partie que traverse la grande route : le sol ancien y est caché sous des alluvions. Cependant on voit que *les roches* qui ont formé le défilé que la Loire a traversé se prolongent sous cette vallée, et qu'elles forment continuité sur ses deux versants : les premières roches que l'on rencontre en se dirigeant vers Lyon sont les mêmes que celles qu'on a quittées en descendant de la Palisse vers Roanne. Ce sont des porphyres rouges quartzifères, dans lesquels le quartz y est disséminé en petits cristaux ou en noyaux arrondis, mais toujours éclatants et vitreux. La pâte de ce porphyre est un feldspath compacte, d'un rouge clair, un peu terne. Il contient des cristaux rares de feldspath, souvent terreux et comme décomposés, et quelques paillettes de mica vert. Cette manière d'être du feldspath est surtout très-prononcée près de Saint-Symphorien, bourg situé au pied de la chaîne et à quelques lieues de Roanne : ce porphyre quartzifère forme une bande continue, que l'on retrouve sur le versant O. de la chaîne sur une très-grande longueur. Au S. de la route, on le voit

presque constamment sur la rive droite de la Loire, depuis Saint-Rambert jusqu'à Roanne; et, au N., on le trouve à Châteauneuf, près de Charolles, à Château-Chinon, et même près de Lorme, à une petite distance d'Avallon.

Le porphyre quartzifère s'élève jusqu'au village de l'Hôpital, environ à une lieue et demie de Roanne : on rencontre alors des porphyres verts et bruns, puis des porphyres granitoïdes, semblables à ceux que nous avons décrits dans les environs de Montbrison et de Boën. La postériorité du porphyre quartzifère que nous avons signalée est mise dans tout son jour dans la coupe que nous décrivons en ce moment. Il forme des filons puissants, des masses irrégulières, qui pénètrent les porphyres verts et granitoïdes dans tous les sens. Le contact de ces deux roches ignées est accompagné, dans plusieurs circonstances, de veines métalliques. Il existe quelquefois des pyrites et du plomb sulfuré; nous y avons recueilli quelques plaques d'urane phosphaté jaune. A mesure qu'on s'élève dans la chaîne, l'état cristallin du porphyre se développe. A une demi-lieue de l'Hôpital, il contient de grands cristaux de feldspath rose plus clairs que la pâte, et des paillettes de mica vert. Enfin, à Saint-Symphorien, à peu près à deux lieues et demie du pied de la chaîne, on rencontre un très-beau granite composé de grands cristaux de feldspath rose, de quartz gris et de mica noir.

Le granite à gros grains ne fait, pour ainsi dire, qu'une simple apparition; mais elle est intéressante en ce qu'elle confirme l'identité complète des montagnes de Tarare et de celles de Noire-Étable. Il passe bientôt à un granite à petits grains de même nature. Cette dernière roche se prolonge jusqu'au village des Fourneaux, situé assez près du point culminant de la route; il cesse cependant avant d'y arriver, et le sommet de la chaîne est composé de porphyre. Cette roche descend sur le versant de Lyon, jusqu'à moitié chemin de Tarare. Près de cette ville, les porphyres quartzifères percent de nouveau le terrain, et forment des filons sur le schiste. A cette exception près, on ne retrouve pas cette roche dans ce versant de la chaîne, et nous l'avons cherchée en vain sur la pente E. des montagnes de Beaujeu.

Terrain de transition.

Les terrains de transition sont plus abondants dans la chaîne de Tarare que dans celle du Forez. Cependant il est assez difficile de les étudier, par suite de leur association continuelle avec les porphyres, qui les pénètrent



dans tous les sens, altèrent leur stratification et en modifient les caractères. Le mélange de ces terrains est quelquefois très-intime, et les porphyres contiennent fréquemment un grand nombre de fragments schisteux qui proviennent du terrain de transition. La couleur du porphyre change presque toujours, quand il contient de ces fragments : du rouge, qui est sa teinte habituelle, il passe au brun et même au vert. Ce changement brusque dans la couleur de cette roche, toutes les fois que cette circonstance se présente, conduit naturellement à supposer que les porphyres verts sont, pour la plupart, des roches formées de la fusion des porphyres rouges et du schiste de transition. Il y aurait donc eu, à la fois, altération des terrains de transition par les roches ignées, et de celles-ci par la dissolution du schiste. L'explication des roches d'un vert noirâtre, connues sous le nom de roches de corne, serait alors facile : ce seraient des schistes à demi fondus.

Le terrain de transition forme une bande discontinue sur le revers de la chaîne qui regarde la Saône; le peu d'épaisseur qu'il possède est sans doute la cause qui fait que ce terrain, partout en contact avec le porphyre, se présente à l'état de schiste talqueux. Le terrain de transition forme, en outre, différents lambeaux disposés d'une manière irrégulière sur la chaîne elle-même, ainsi qu'on le voit sur la carte géologique. Ceux qui existent aux environs d'Amplepuis et de Régny sont les plus caractérisés et les mieux développés. Nous allons donner quelques détails sur ces localités.

Terrain de transition de Tarare.

En descendant vers Tarare, des couches d'un schiste argileux vert succèdent aux porphyres sur lesquels elles reposent immédiatement. Ce schiste plonge vers le S. E. sous un angle de trente degrés environ. Il contient fréquemment des noyaux de quartz, autour desquels les schistes se contournent, et qui donnent, par leur ensemble, une structure ondulée à la roche. Elle est, en outre, traversée de fissures nombreuses, qui lui communiquent une cassure pseudo-régulière. Assez fréquemment le schiste contient des pyrites et des cristaux de feldspath : dans cette dernière circonstance, sa schistuosité est moins parfaite, sa cassure devient esquilleuse, et la roche ressemble à un pétrosilex schisteux. Cette disposition est surtout très-prononcée du côté de Saint-Bel; elle l'est également dans les montagnes de Beaujeu, où la limite entre les schistes et la pierre de corne, espèce de pétrosilex noir, est insaisissable. Il existe dans ce terrain, mais principa-

lement à la base, plusieurs couches de poudingue, alternant soit avec des schistes verts, soit avec des schistes pailletés, qui ont tous les caractères d'une graüwacke schisteuse devenue plus cristalline par une altération du ciment. Ces couches de poudingue, assez épaisses sur l'ancienne route de Roanne à Tarare, sont composées de galets ordinairement de la grosseur d'une noix, et rarement de celle d'un pois. La pâte qui les réunit est un schiste vert analogue à celui avec lequel elles alternent; seulement il est d'une couleur plus foncée et moins solide. Il s'ensuit que ce poudingue est schisteux en grand, qu'il se décompose facilement, et que la surface du terrain qui en est composée est recouverte d'une grande quantité de galets, qui en dérobent la nature.

Passage entre le schiste et le pétrosilex.

Les galets qui entrent dans la composition de ce poudingue sont de quartz laiteux blanc, de quartz lydien, de feldspath compacte, de granite et de schiste argileux verdâtre, fort analogue au schiste avec lequel les poudingues alternent. La présence du quartz lydien et du schiste vert en galets dans ces roches est un fait remarquable. Ces deux substances très-fréquentes, et même presqu'exclusives au terrain de transition ancien, rendent très-probable l'existence des deux terrains de transition dans cette contrée, et les poudingues dont nous donnons dans ce moment la description ont été faits aux dépens du plus ancien. Malgré cette conviction, nous ne saurions indiquer les couches qui représentent ce dernier terrain, à moins que ce ne soient celles qui composent le schiste micacé actuel. Nous ne pouvons, du reste, émettre qu'une présomption à cet égard, n'ayant aucune preuve positive à fournir à l'appui de cette supposition.

Les couches de poudingue n'occupent qu'une faible épaisseur relativement au terrain schisteux; leur ensemble présente au plus cent mètres de puissance.

Ces couches schisteuses se prolongent le long de la chaîne, et se lient avec les roches de corne de Chessy et celles des montagnes de Beaujeu; elles se confondent avec la pâte de certains porphyres, et ont la plus grande analogie avec le pétrosilex; souvent même elles sont rubanées, mais elles conservent presque toujours une disposition schisteuse, à la manière des phonolithes. Au milieu de ces roches d'apparence feldspathique, on trouve un poudingue à pâte de même nature, et qui contient à la fois de nombreux galets de quartz hyalin, de quartz laiteux bleuâtre, de

Poudingue à pâte de pétrosilex, près de Beaujeu.



quartz lydien, d'une roche noire peu dure, difficilement fusible, et dont la forme très-aplatie se rapporte assez bien à celle de galets schisteux; enfin, des galets de granite et de gneiss. Le plus ordinairement les galets sont bien arrondis, et portent tous les caractères de fragments longtemps roulés par les eaux. Souvent aussi on en rencontre qui ne se distinguent pas très-bien de la pâte et qui y adhèrent fortement; il semblerait qu'elle a exercé une action corrosive sur eux, et que les galets et la pâte sont soudés ensemble : ce sont principalement les galets de quartz laiteux qui ont éprouvé cette action; mais leur nature est tellement différente, qu'on les distingue facilement. Lorsqu'on parvient à les détacher, on remarque que leur surface est comme chagrinée par la présence de stries qui se croisent dans tous les sens.

La nature de la pâte de ce poudingue, dont l'association au terrain de transition ne saurait être contestée à cause des nombreux galets qu'il contient, confirme l'opinion que nous avons émise sur la formation des roches compactes dites *pierre de corne*, qui consiste à les regarder comme le résultat d'une modification des terrains de transition. Si même on compare la faible quantité de potasse que renferment les différentes roches décrites sous le nom de feldspath compacte ou pétrosilex, on verra que bien peu méritent le nom de feldspath : leur composition serait, au contraire, complétement d'accord avec l'idée d'un changement moléculaire qui résulterait de la fusion de ces roches.

Associés au poudingue des environs de Beaujeu, on trouve, dans les montagnes d'Anjou, des graüwackes, ou mieux des poudingues composés d'une pâte schisteuse micacée, couleur lie de vin. Le mica, qui y existe en très-grande quantité, paraît y être à deux états: d'une part, il formerait en partie la pâte de la roche; de l'autre, il y serait disséminé en paillettes antérieures à elle. Les galets nombreux sont de toutes grosseurs; ils sont, pour la plupart, de roche compacte analogue au feldspath, de granite et de quartz hyalin. Cette graüwacke, ordinairement schisteuse, est traversée de petits filons de quartz blanc d'une demi-ligne de puissance.

Le terrain de transition de ce versant de la chaîne ne contient aucune couche calcaire; cette roche est, au contraire, presque exclusive dans les lambeaux dont nous allons parler à l'instant.

Différence entre le terrain

Cette différence semblerait en indiquer une dans l'âge des terrains de

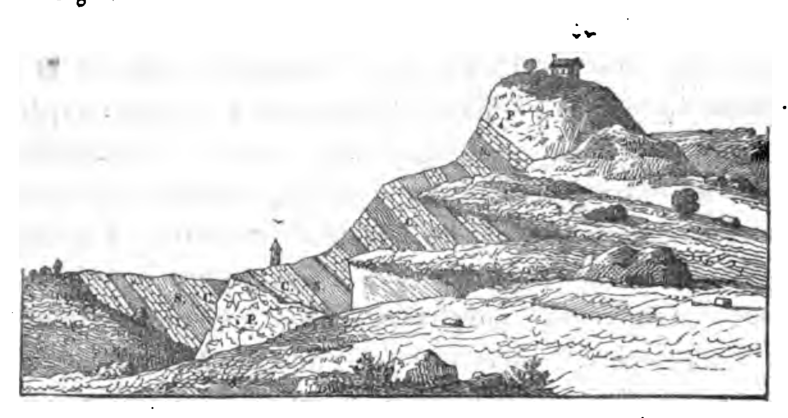
transition; celui de Tarare et de Beaujeu pourrait représenter le terrain silurien, tandis que les calcaires de Thizy et de Régny correspondraient, soit au terrain devonien, soit au calcaire carbonifère, c'est-à-dire à l'étage le plus moderne des terrains de transition. de transition de Tarare et celui de Régny.

Calcaire de Thizy.

Le bourg de Thizy est bâti au pied d'une colline de porphyre rouge qui s'est élevée au travers du terrain de transition, et l'a divisé en plusieurs lambeaux isolés. Ce terrain de transition est composé de calcaire noir très-mélangé d'entroques, alternant avec des schistes argileux noirs et peu solides; les couches sont tellement bouleversées par le porphyre, qu'il est impossible d'en distinguer la stratification. Au contact de la roche ignée, le calcaire contient quelques cristaux rougeâtres de feldspath; ces cristaux s'étendent dans le calcaire à quelques pouces seulement du porphyre, et le calcaire n'est nullement altéré, malgré cette espèce de filtration du feldspath. Le terrain de transition se continue de la ville de Thizy au bourg du même nom, situé au pied de la côte. Les couches que l'on rencontre entre ces deux localités sont toujours les mêmes; mais le porphyre que nous venons d'indiquer comme recouvrant le calcaire ressort au bas de la colline, de sorte que le terrain de transition est compris entre deux masses de porphyre, ainsi que le représente la figure ci-dessous.

Porphyre qui le traverse.

Fig. 15.



Intercalation du porphyre au milieu du terrain de transition.

C. Calcaire.
S. Schiste.
P. Porphyre.

* Bourg de Thizy.
** Ville de Thizy.

A Régny, le calcaire de transition se montre au jour de tous côtés : autrefois on l'exploitait dans la ville même; les carrières en activité sont main-

tenant de l'autre côté du Rhin, petit ruisseau qui coule au bas de Régny. Ce calcaire, à différents états, forme presque entièrement tout le terrain de transition de cette localité. La partie exploitée présente deux variétés: l'une, complétement noire et très-bitumineuse, l'autre, d'un gris clair, traversé de filons blancs, contient une assez grande quantité d'entroques, dont quelques-unes sont fort larges. Sur les côtés de la partie exploitée, le calcaire forme des couches schisteuses minces très-impures: ces couches doivent être le passage au schiste argileux, lequel, du reste, n'est pas mis à nu dans ce lambeau de terrain de transition. A un quart de lieue, on voit un grès schisteux noir, qui appartient, sans doute, à ce terrain. Dans cette même localité, le porphyre ressort, au milieu, du calcaire; il forme un filon qui coupe les couches sous un angle assez aigu. Le calcaire, au contact, est siliceux et très-dur; il est traversé par plusieurs petits filons de quartz hyalin et de quartz agate; il contient, en même temps, beaucoup de pyrites.

Calcaire de Régny.

Les environs de Régny sont, en outre, fort intéressants, sous le rapport de la relation qui existe entre le terrain de transition et le terrain à anthracite. La crête qui sépare le Rhin de son affluent de droite, auprès de Régny, est formée, dans sa partie supérieure, par des grès composés de galets de porphyre; on a même exploité, dans cette localité, un charbon anthraciteux, schisteux et entièrement dépourvu de bitume. Au pied de cette crête, du côté de Farjot, on rencontre le calcaire et le schiste de transition. Ce dernier, siliceux et très-dur à la partie supérieure, est recouvert par un conglomérat également dur et fort tenace, dont les diverses parties ont été cimentées par la même matière siliceuse qui a pénétré dans les dernières assises du schiste de transition. Les fragments du conglomérat, fréquemment anguleux, se composent de schistes, de grès de transition et même de porphyres. Enfin, sur ce conglomérat repose le terrain à anthracite; le grès qui l'accompagne est composé presque exclusivement de débris de porphyre, et on pourrait le confondre avec du porphyre en décomposition, si ce grès n'était régulièrement stratifié. La séparation du terrain à anthracite et du calcaire de Régny par un conglomérat montre que ces deux dépôts ont été séparés par une époque de trouble; elle est certainement contemporaine de la première apparition des porphyres granitoïdes, car le conglomérat lui-même contient des fragments de ces porphyres, tandis que les graüwackes n'en renferment pas.

Superposition du grès à anthracite sur le calcaire de Régny.

Il est donc évident que c'est l'apparition des porphyres qui a mis fin à la période du calcaire de Régny, et que la formation des petits lambeaux de terrain à anthracite de cette contrée a suivi de très-près l'éruption de ces premières masses porphyriques. Ces éruptions se sont, au reste, prolongées pendant un temps fort long et même postérieurement au terrain houiller, puisque ce terrain est lui-même fortement dérangé par des filons de porphyre rouge qui le traversent dans différents sens.

Les porphyres sont postérieurs au terrain houiller.

Ces roches ignées ne pénètrent pas dans les terrains secondaires, qui s'appuient sur les pentes de ces montagnes anciennes. M. Rozet, capitaine d'état-major, chargé de l'exécution de la partie de la nouvelle carte de France, qui comprend cette contrée, a constaté ce fait important sur la longueur de presque toute la chaîne : « J'ai, dit-il[1], suivi le contact du cal- « caire jurassique et des diverses roches feldspathiques, qui entrent dans la « composition de ce massif, depuis le parallèle de Lyon jusqu'à celui d'Arnay- « le-Duc, sur une longueur de 40 lieues; partout j'ai reconnu les mêmes « rapports, et nulle part les eurites, les porphyres, ni les granites, n'ont « fait éruption à la surface du sol après le dépôt de ces deux terrains.

« Tout en admettant que ces roches ne se sont pas répandues à la sur- « face du sol postérieurement à cette époque, je crois qu'elles ont, depuis, « été soulevées à différentes reprises; car, dans les roches plutoniques, il « faut toujours distinguer l'époque de leur consolidation, qui est en même « temps celle de leur production, de l'époque des différentes commotions « qu'elles ont éprouvées, et par suite desquelles elles ont été portées à des « hauteurs différentes.

« Dans les montagnes des environs de Lyon, par exemple, les eurites « et les porphyres étaient évidemment consolidés avant le dépôt du grès « rouge; mais, après cette époque, ils ont probablement été soulevés plu- « sieurs fois jusqu'à l'époque de l'éruption des basaltes, que je regarde « comme la dernière révolution qui a influé sur le relief du sol. Dans ces « divers soulèvements, les roches feldspathiques ont imprimé à celles qui « les recouvraient le mouvement qu'elles recevaient elles-mêmes d'autres « plus inférieures, et ont porté à des hauteurs considérables les terrains se- « condaires, déposés cependant sur les flancs de ces mêmes roches feld- « spathiques. »

Ils sont antérieurs au grès bigarré et au calcaire jurassique.

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, tome VIII, page 127.

Si l'on rapproche ce que nous venons d'exposer à l'instant sur l'ancienneté relative des porphyres, du grès bigarré et du calcaire jurassique, de l'observation importante que nous avons indiquée plus haut (page 130), savoir : que les granites ne pénètrent jamais dans les terrains de transition, il en résulte que le plateau ancien qui occupe le centre de la France avait sa forme actuelle antérieurement au dépôt de ce dernier terrain. Toutefois ce plateau a été soulevé à différentes reprises, soit en totalité, soit par parties. Il s'est, en outre, formé sur sa surface plusieurs chaînes, postérieurement au terrain de transition et même au terrain houiller; car ces dernières formations sont fréquemment traversées par des filons de porphyre appartenant à cette époque de soulèvement.

Dans les détails qui précèdent sur les terrains de transition de la chaîne du Forez et de celle de Tarare, j'ai emprunté, ainsi que je l'ai annoncé, plusieurs passages aux journaux de voyage que M. Grüner a adressés, en 1837 et 1838, à l'administration générale des mines, à l'appui du travail de la carte géologique du département de la Loire dont il est chargé. Depuis cette époque, cet ingénieur a complété ses recherches, et il a eu la complaisance de me communiquer un mémoire encore inédit qu'il a rédigé sur les terrains de transition du Forez [1]. Ses nouvelles observations l'ont conduit à diviser ces terrains en trois groupes, qui correspondent exactement à ceux que j'ai signalés dans la Bretagne et la Normandie [2].

Division des terrains de transition du Forez en trois étages.

« Le terrain de transition, dit-il, peut se sous-diviser, dans le département de la Loire, en trois étages distincts.

« L'étage le plus élevé et le plus répandu renferme de l'anthracite; la roche prédominante est un grès éminemment feldspathique, tantôt friable et terreux, tantôt, et le plus souvent, fort compacte et cristallin; presque toujours il est, en outre, très-micacé.

« Les premières assises de ce terrain correspondent aux épanchements d'une roche pyrogène, que je désigne sous le nom de porphyre granitoïde.

« Les débris de ce porphyre, joints aux galets calcaires, schisteux et arénacés, des terrains les plus anciens, forment un conglomérat qui sépare

[1] *Mémoire sur la nature des terrains de transition et des porphyres du département de la Loire*, par M. Grüner, ingénieur des mines. Juillet 1840.

[2] *Mémoire sur l'âge et la composition des terrains de transition de l'ouest de la France*, par M. Dufrénoy. (*Annales des mines*, 2ᵉ série, t. XIV, pag. 213 et 351.)

« nettement l'étage supérieur de l'étage moyen; ils reposent, d'ailleurs, l'un « sur l'autre en stratification discordante. Il existe cependant quelques lo- « calités, éloignées, sans doute, des centres d'éruption de porphyre grani- « toïde, où l'étage moyen paraît passer insensiblement à l'étage supérieur, « sans changement bien notable dans la stratification. Au conglomérat que « je viens de signaler succède l'étage moyen des terrains de transition; il se « compose, en descendant, de schistes argilo-talqueux diversement colorés, de « calcaire gris bleuâtre contenant des fossiles, et de plusieurs espèces de grès « argilo-quartzeux. Ces grès, fréquemment assez grossiers, contiennent des « noyaux de quartz hyalin blanc, de quartz lydien et de grès quartzite, ci- « mentés par une masse argileuse généralement verdâtre.

« Ce conglomérat, ou grès grossier, se distingue de celui de l'étage su- « périeur principalement par l'absence des galets porphyriques et des galets « calcaires; il est, en outre, ordinairement moins grossier.

« La présence des noyaux de lydienne et de graüwacke dans les grès de « l'étage moyen fait pressentir l'existence, dans la contrée, de couches en- « core plus anciennes. On rencontre, en effet, dans le département de la « Loire, des schistes satinés, d'une nuance très-claire, alternant avec des « bancs de lydienne; des couches de grès quartzite, et des conglomérats à « ciment siliceux, exclusivement formés de noyaux de quartz hyalin et de « quelques fragments de schistes primitifs.

« L'isolement des couches de ce troisième étage, au milieu des grès du « groupe supérieur et des porphyres quartzifères, ne permet pas de cons- « tater, par la voie de superposition, si elles sont réellement plus anciennes « que les terrains de l'étage moyen. La direction des couches n'est, d'ail- « leurs, d'aucune utilité pour la question; car, dans les trois étages, elle est « des plus variables, grâce aux perturbations produites par l'apparition « des porphyres. L'établissement d'un troisième étage pourrait donc paraître « hasardé, puisqu'il ne repose que sur des caractères minéralogiques. Le « fait, néanmoins, que l'étage moyen renferme des galets de lydienne et « de grès que l'on retrouve, à quelque distance de là, en couches régulières, « me paraît décisif.

« La comparaison de ces trois groupes avec les divisions établies dans les « terrains de transition des autres contrées nous fait penser que l'étage in- « férieur correspond au terrain cambrien, tandis que les étages moyen et

« supérieur représentent le terrain silurien[1]. Ce dernier se subdivise, dans « le département de la Loire, en deux étages, ainsi que M. Dufrénoy l'a « établi pour le même terrain dans l'O. de la France : l'inférieur, compre- « nant le terrain de quartzite et de graüwacke ; le second, le groupe an- « thraxifère. »

Nous ferons remarquer que cette dernière division correspond exactement au terrain devonien, dont M. Murchison a donné récemment la description. Pour rendre moins incomplète la description des terrains de transition de cette partie de la France, nous ajouterons quelques détails sur le groupe anthraxifère, que nous extrayons encore du mémoire de M. Grüner.

Terrain anthraxifère ou devonien.

Le groupe anthraxifère, ou terrain devonien, repose immédiatement sur le terrain silurien, quelquefois en stratification non concordante, notamment aux environs de Régny, dans la montagne de Tarare. Les premières couches de ce terrain sont formées d'un poudingue grossier, espèce de conglomérat composé de galets de schiste et de grès silurien, de quartz blanc laiteux, de quartz lydien et de fragments anguleux de porphyre. Une pâte argileuse, souvent micacée, sert de ciment à ces différentes roches de transport. Ce conglomérat est fort épais, et il occupe une surface quelquefois considérable. Des grès anthraxifères à grains fins, mais toujours discernables, succèdent au conglomérat. Ces grès varient beaucoup de nature : ordinairement d'un gris foncé, ils sont quelquefois diversement colorés, et fréquemment en rouge brique. On y distingue des grains quartzeux, des grains feldspathiques blancs et des paillettes de mica. C'est au milieu de ce système de grès que se trouvent les couches d'anthracite : toutefois ce combustible est ordinairement accompagné de couches peu épaisses de schistes argileux noirs, à surfaces luisantes et écailleuses, qui contiennent des empreintes végétales assez rares et se rapportent plus particulièrement à des calamites.

Ce terrain de transition supérieur forme des lambeaux assez nombreux sur le revers du Forez qui regarde la Loire, et sur le groupe de la montagne de Tarare. Les principales exploitations d'anthracite existent dans la commune de Bully : elles sont placées entre le hameau de Fragny et les ruines du château de Chantois. Depuis des temps fort reculés, les habitants de Fragny ont exploité, chacun dans leurs propriétés, les affleurements d'anthracite qui s'y montraient ; mais ces travaux, d'une profondeur très-

[1] M. Leymerie a, le premier, reconnu la formation silurienne dans les terrains de transition du département du Rhône.

faible et sans liaison les uns avec les autres, ont peu contribué à faire connaître la nature de ce terrain. En 1835, des capitalistes, dans le but d'exploiter le charbon sur une vaste échelle, firent percer trois puits, dont un seul a atteint une couche régulière d'anthracite. Ce puits, placé au midi de Fragny et désigné sous le nom des Glandes, a 77 mètres de profondeur. L'indication des couches qu'il a traversées donnera un bon exemple de ce terrain, du moins de sa partie supérieure.

1° Le puits des Glandes a été ouvert dans un grès micacé, dont la pâte, tantôt rouge, tantôt d'un gris jaunâtre, contient des grains de feldspath blanc laiteux; le mica, si abondant, est souvent en lames hexagonales : cette circonstance singulière pourrait faire prendre cette roche pour un porphyre, mais la régularité de sa stratification ne laisse aucun doute sur sa nature sédimentaire.

2° Au-dessous du grès rougeâtre, à 6 mètres de profondeur, le puits a atteint un grès verdâtre très-dur, qui ressemble au porphyre vert; il est criblé de grains feldspathiques, les uns blancs laiteux, les autres lamelleux et semi-transparents. On y distingue aussi des grains quartzeux et des lames de mica noir. Les fissures assez nombreuses de ce grès sont tapissées de chaux carbonatée spathique, et quelquefois d'une matière stéatiteuse verdâtre.

3° Ce grès, qui présente une puissance de 19 mètres, recouvre un schiste noir terreux, entremêlé de parties charbonneuses, passant à un schiste feldspathique gris, très-dur et veiné de blanc. Ces schistes, bouleversés dans tous les sens, paraissent avoir éprouvé l'action des porphyres, qui traversent le terrain anthraxifère dans toutes les directions.

4° Une couche d'anthracite de $1^{m}\,30$ à $1^{m}\,50$ de puissance succède au schiste feldspathique, et recouvre des grès schisteux analogues à ceux indiqués par le n° 2.

5° La pâte des grès inférieurs à l'anthracite est plus terreuse que celle des grès supérieurs; elle est, en outre, d'une teinte plus foncée par leur mélange avec du charbon. On a approfondi le puits des Glandes jusqu'à 39 mètres au-dessous de cette couche d'anthracite, sans en rencontrer une seconde et sans arriver au conglomérat qui forme la base du terrain, et qu'on voit ressortir dans plusieurs points autour de Fragny.

La couche d'anthracite est divisée en deux, quelquefois en trois parties, par un ou deux bancs de grès fin, dont la puissance assez variable est rarement au-dessous de $0^{m}\,15$; la direction de la couche est orientée du

N. E. au S. O., et elle plonge de 25 à 30 degrés vers le N. O. L'anthracite de Fragny est d'un noir grisâtre moyennement brillant; il brûle sans flamme, ne contenant que fort peu de matières volatiles; ses cendres sont blanches.

Cette couche, qui affleure dans plusieurs ravins des environs de Fragny, a été exploitée dans un grand nombre de points; elle s'est montrée avec des épaisseurs variables, et il résulte de l'examen de ces différents travaux que le dépôt d'anthracite paraît fort irrégulier, tant sous le rapport de la puissance de la couche que sous celui de la qualité du combustible. Les dykes de porphyre quartzifère qui traversent le terrain augmentent encore cette irrégularité et la difficulté de l'exploitation de l'anthracite.

La plupart des lambeaux de terrain devonien que l'on trouve disséminés sur les pentes des montagnes du Forez et de Tarare présentent une couche d'anthracite qui, par son épaisseur, ses sous-divisions et sa position dans les grès, paraît appartenir au même dépôt : il est probable que ces différents lambeaux ont fait jadis continuité, et que c'est à l'apparition du porphyre quartzifère que sont dus le morcellement de ce terrain de transition et les bouleversements nombreux qu'il présente.

Montagnes du Morvan.

Les montagnes de la Bourgogne, situées au nord du canal du centre, et qui s'étendent depuis les environs d'Autun jusqu'à Avallon, forment un groupe particulier connu sous le nom de *Morvan*. Les alluvions de la Loire, et le bassin houiller du Creusot et de Blanzy, semblent l'isoler des montagnes du centre de la France; mais le Morvan se rattache d'une manière continue aux chaînes de Tarare et du Forez par les granites qui sortent, dans plusieurs points, de la vallée de la Bourbince. Comme ces deux massifs de montagnes, le Morvan est composé essentiellement de granite et de porphyres : ces deux roches y présentent des passages si gradués, que leur distinction paraîtrait tenir seulement à des différences dans la proportion et dans la texture des éléments qui les composent, sans la pénétration fréquente du porphyre dans le granite, pénétration qui nous montre que ces roches appartiennent à des époques différentes de la formation du globe.

Les gneiss, les leptynites et les eurites de la Bourgogne se fondent également les uns dans les autres. Enfin les gneiss offrent des passages prononcés à des roches stratifiées, et dont l'origine neptunienne est évidente. Ces passages entre des roches d'origines si diverses établissent un lien com-

mun qui les a fait regarder pendant longtemps comme appartenant à un même terrain. Cette circonstance remarquable, nulle part plus prononcée que dans les montagnes du Morvan, en rend l'étude très-intéressante. Ces passages fournissaient à Werner un de ses principaux arguments pour admettre la formation des roches feldspathiques par la voie sédimentaire. Mais, actuellement que l'origine ignée des granites et des porphyres est un des phénomènes les mieux constatés de la géologie, la liaison intime du gneiss et des roches stratifiées est également très-utile à constater; car on ne peut l'expliquer qu'en admettant que les gneiss, originairement déposés par les eaux, ont éprouvé une altération dans leur texture qui les a rendus cristallins.

Le passage des roches non stratifiées aux roches stratiformes se fait, d'après M. Rozet[1], auquel nous empruntons ces détails sur le Morvan, par les leptynites placées entre le gneiss et le granite, et dont les caractères participent de ces deux roches.

Malgré les passages que nous venons de signaler, les porphyres et les granites forment des régions distinctes : les porphyres, arrivés au jour à une époque postérieure au granite, occupent le centre du massif, et on les voit presque sans discontinuité depuis les environs de la Roche-Millay jusqu'à une lieue et demie au S. de Saulieu; le granite se trouve principalement aux deux extrémités du long diamètre du Morvan, c'est-à-dire qu'il constitue, au S., les montagnes de Montcenis et de Toulon, au pied desquelles est creusé le canal du centre, et, au N., les montagnes de Saulieu et d'Avallon. Le granite apparaît également à l'E. et à l'O. de la masse porphyrique centrale, savoir : à l'E., à Arnay-le-Duc, sur les bords de l'Arroux, et, à l'O., dans les environs de Château-Chinon; de sorte que l'ensemble de ces deux roches simule un vaste cratère de soulèvement dans lequel le porphyre arrivé postérieurement aurait rejeté sur ses côtés les masses granitiques. L'inclinaison des gneiss associés au granite confirme complétement cette supposition, que la disposition générale des roches fait naître si naturellement.

Les porphyres sont plus modernes que les granites.

Les filons de porphyre dans le granite, que l'on observe sur presque tout

[1] *Mémoire géologique sur la masse de montagnes qui sépare la Loire du Rhône et de la Saône*, par M. Rozet, capitaine au corps royal d'état-major. Ce mémoire, encore inédit, a été communiqué, par l'auteur, à l'Académie des sciences, dans sa séance du 21 janvier 1839.

le pourtour de contact de ces deux roches, ainsi que les nombreux lambeaux de granite que l'on voit superposés aux porphyres, notamment entre la Roche-Millay et Saint-Pail, sont également d'accord avec la supposition que nous venons d'énoncer. Les preuves du soulèvement du granite par le porphyre sont surtout très-développées à l'extrémité septentrionale du Morvan, et on peut les observer sur toute la longueur de la limite des deux terrains. Nous citerons particulièrement la route de Nevers à Château-Chinon, dont les travaux, nouvellement exécutés, ont mis à découvert, près de cette dernière ville, une belle superposition du granite sur le porphyre.

Les granites du Morvan appartiennent, comme ceux des montagnes du Forez, à deux variétés principales : l'une à grands cristaux de feldspath, l'autre à grains fins. Les granites se désagrégent, en général, avec facilité, tandis que les porphyres résistent à l'action atmosphérique journalière : cette circonstance influe sur le relief du sol, et donne aux montagnes granitiques des formes arrondies qui les distinguent facilement des montagnes de porphyres toujours accidentées.

Les montagnes granitiques atteignent, dans l'intérieur du Morvan, jusqu'à 500 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la mer; mais, en approchant des terrains secondaires, le granite s'abaisse successivement, et, aux environs d'Avallon, il forme un plateau allongé qui ne s'élève plus qu'à 270 mètres. Ce plateau, découpé par de profondes crevasses, s'incline légèrement vers le N., en s'enfonçant sous le lias, ou plutôt sous les arkoses qui en forment la base. Par suite du relèvement assez brusque des formations jurassiques, la ligne de contact est marquée par une succession d'escarpements abruptes qui forment une falaise demi-circulaire autour du massif granitique du Morvan. Cette falaise atteint une hauteur moyenne de 340 mètres au-dessus du niveau de la mer, c'est-à-dire qu'elle s'élève à plus de 70 mètres au-dessus du granite. La limite des terrains anciens et secondaires est donc marquée par une dépression longitudinale fort profonde.

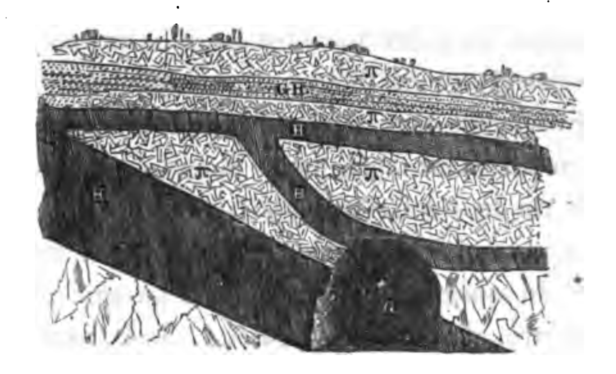
Entre l'Arroux et la route d'Autun à Bourbon-Lancy, le granite à gros grains est coupé par des filons de pegmatite; cette roche forme aussi de nombreux filons dans la vallée du Mesvrin, aux environs de Marmagne et de Saint-Symphorien. Dans plusieurs localités, cette roche se décompose et donne du kaolin assez beau, mais toujours en trop petite quantité pour alimenter des exploitations utiles. Les filons de pegmatite contiennent fré-

quemment des tourmalines et des émeraudes : cette dernière substance est si abondante aux environs de Marmagne et de Saint-Symphorien, qu'on en recueille beaucoup de fragments parmi les pierres destinées à l'entretien de la route. Ces émeraudes, opaques et d'un vert clair, sont analogues à celles de Limoges. C'est dans cette localité que se trouve le célèbre filon d'uranite, maintenant presque épuisé.

Porphyres plus modernes que le terrain houiller.

La production du porphyre s'est prolongée assez loin dans l'échelle des terrains du Morvan. Dans plusieurs localités, en effet, les éruptions de certains porphyres sont postérieures au dépôt des terrains houillers. Le bassin de l'Arroux fournit des preuves irrécusables de ce fait important pour l'histoire de cette contrée. On voit, en effet, le porphyre euritique, qui en forme la ceinture au N. et à l'O., pénétrer dans le terrain houiller sur plusieurs points de sa lisière. On observe cette pénétration, d'une manière prononcée, dans deux excavations ouvertes pour l'exploitation de la houille sèche au pied de la montagne du Calvaire, près le pont de la Veson, commune de la Selle. L'eurite qui forme la montagne sur le flanc de laquelle le terrain houiller s'appuie, pénètre, ainsi que la figure ci-dessous l'indique, dans la couche de houille. A son contact, la houille est devenue sèche, brillante et un peu caverneuse; le grès houiller s'est endurci, a pris une couleur brune foncée, et les parties feldspathiques qu'il contient ont été comme frittées.

Fig. 16.



Intercalation du porphyre dans le terrain houiller du bassin de l'Arroux.

H. Houille. G. H. Grès houiller.
π. Porphyre. G. Galerie d'exploitation.

Le terrain houiller paraît être la plus moderne des formations traversées par les eurites de la Bourgogne, lesquelles sont elles-mêmes postérieures aux porphyres proprement dits : mais, dans d'autres contrées, il existe des porphyres quartzifères postérieurs à ceux du Morvan; et nous en avons observé à l'île d'Arran, en Écosse, qui traversent le grès bigarré.

Abondance des filons quartzeux.

Le terrain de granite de l'extrémité septentrionale du Morvan est traversé par une immense quantité de filons de quartz hyalin rosâtre blanc : leur puissance, très-variable, s'élève quelquefois jusqu'à plusieurs mètres; mais souvent aussi elle se réduit seulement à quelques centimètres. La texture du quartz est en rapport avec l'épaisseur des filons; hyalin ou calcédonieux dans ceux qui ont une grande épaisseur, il devient grenu et à petits grains dans les filons très-minces : ces derniers n'affectent aucune direction constante et se ramifient dans tous les sens. Les filons quartzeux contiennent, en outre, de la baryte sulfatée, du spath fluor, de la galène, et souvent du fer oligiste. Les environs d'Avallon sont remarquables par l'abondance de ces filons : plusieurs d'entre eux, notamment ceux de Pont-Aubert, ont été, à plusieurs fois, l'objet d'exploitations peu importantes; mais, jusqu'à présent, leur richesse n'a pas répondu à leur abondance, et la plupart des travaux de recherches ont été abandonnés. Ils ont, du reste, été très-fructueux pour la science, en faisant connaître plusieurs faits propres à éclairer la théorie des filons. M. le baron de Beust, conseiller des mines de Saxe, connu des géologues par son beau travail sur les porphyres de l'Erzgebirge, a signalé, dans un ouvrage qu'il a publié sur la théorie des filons[1], les environs d'Avallon comme une des localités les plus propres à porter la lumière sur l'origine des gîtes métallifères. Il assimile les filons de cette localité à ceux qui, à Freyberg, sont désignés sous le nom de *spathgänge*.

Les filons quartzeux sont également abondants dans le terrain de porphyre. La route de la Roche-Millay à Champ-Robert, tracée constamment sur le porphyre, met à nu un grand nombre de têtes de filons; ils contiennent, outre du quartz, qui en forme la gangue principale, du fer oligiste, du fer sulfuré, des traces de galène, de la baryte sulfatée et du spath fluor.

Parmi les filons qui traversent le porphyre, un des plus remarquables est

[1] *Kritische belenchtung der werner'schen gangtheorie*, par F. C. Von Beust.

celui connu dans le pays sous le nom de *roche glène*, près du village de la Grande-Verrières : ce filon a près de 40 mètres de puissance, et s'élève de 15 à 20 mètres au-dessus des roches environnantes, sous la forme d'une espèce de mur vertical, dirigé du S. O. au N. E. On observe encore, sur la crête de ce filon les ruines d'un ancien château qui domine le pays et se fait remarquer même d'une très-grande distance. Le filon de galène, qui contient le plomb arséniaté des environs de Saint-Prix, est également enclavé dans le porphyre; le quartz y est accompagné de baryte sulfatée et de chaux fluatée violette.

La production des filons de quartz s'est continuée, dans les montagnes du Morvan, bien après celle des filons de porphyre. Ces filons pénètrent, en effet, non-seulement dans toutes les roches anciennes, mais encore dans le terrain houiller, dans le tryas et dans les arkoses placés à la base du lias; c'est même le quartz qui a donné aux arkoses les propriétés particulières qui distinguent ces grès. C'est principalement au S. O. d'Avallon, dans la vallée de la Cure, aux environs de Pierre-Pertuis, que le fait de la formation de l'arkose par les filons de quartz se montre sur une grande échelle et d'une manière facile à saisir : ici la Cure coule entre deux berges verticales, formées par des roches de granite recouvert d'une couche d'arkose dont l'épaisseur varie, mais qui est ordinairement de 6 à 7 mètres, environ le tiers de la hauteur de l'escarpement. Presque partout on remarque qu'il existe une liaison intime entre le granite et l'arkose, liaison que M. de Bonnard[1] a si bien fait ressortir dans son mémoire important sur la Bourgogne. Tous les escarpements granitiques de cette localité sont sillonnés par de nombreux filons de quartz, qui s'élèvent verticalement en se ramifiant souvent plusieurs fois pour pénétrer dans la couche d'arkose où ils se perdent, soit en se fondant dans la roche, soit en s'y divisant en une infinité de veines. Le quartz est hyalin, blanchâtre, gris ou rougeâtre, calcédonieux, passant au silex corné, et quelquefois même à un véritable grès dont le ciment est analogue à l'agate. En suivant les principaux filons, depuis le pied des escarpements jusqu'à leur pénétration dans l'arkose, on acquiert la preuve qu'ils viennent d'en bas;

[1] *Sur la constance des faits géognostiques qui accompagnent le gisement du terrain d'arkose à l'est du plateau central de la France*, par M. de Bonnard, inspecteur général des mines. (*Annales des mines*, 2ᵉ série, tome IV, pag. 357, 1828.)

les ramifications qu'ils poussent, même les plus délicates, montent comme eux, et l'on observe distinctement qu'ils ont rempli, de bas en haut, les petites fentes qui se terminent le long des salbandes. Le spath fluor, la baryte sulfatée, la galène, forment des veines et de petits amas dans toute l'étendue des filons. Ces minéraux se sont, en outre, infiltrés dans l'arkose : mais c'est dans le voisinage des ramifications des filons qu'ils sont les plus abondants. Sur la rive droite de la Cure, vis-à-vis le château de Pierre-Pertuis, on voit distinctement cette dégénération de l'arkose granitoïde au grès. Immédiatement sur le granite, la roche arénacée siliceuse contient tous les éléments du granite, lesquels, étant soudés par un ciment siliceux, lui donnent l'aspect d'un véritable granite; plus haut, les éléments granitiques sont moins nombreux, et la texture arénacée devient alors très-prononcée; souvent enfin, dans la partie supérieure, on n'a plus que du quartz hyalin, jaspoïde ou calcédonieux. Ce sont ces passages successifs, dus à l'abondance du quartz, qui ont donné naissance à toutes ces couches jaspoïdes, si fréquemment associées à l'arkose. La baryte sulfatée, le spath fluor et la galène ont souvent été amenés par la même cause qui a produit le quartz : de là proviennent ces nombreux gisements métallifères du centre de la France, que l'on trouve à la jonction des terrains anciens et des terrains secondaires. Les exploitations de manganèse de la Romanèche, près Mâcon, de Saint-Léon, près Digouin, de Saint-Christophe, dans le département du Cher, de Saint-Martin, près Thiviers, sont dans des circonstances analogues.

Chaîne de la montagne Noire.

La chaîne de la montagne Noire forme l'extrémité S. du massif primitif du centre de la France : cette chaîne s'élevant assez fortement au-dessus de son niveau général, il en résulte que la séparation des terrains anciens et des terrains secondaires est marquée, sur ce versant du plateau, par une falaise très-rapide. Sa hauteur moyenne est de 800 mètres environ, et les points culminants qui la surmontent, tels que le pic Nore, Montalet, Saint-Pons, ont $1256^{m}5$, 1209^{m} et $1035^{m}68$ de hauteur au-dessus de la mer.

Sa direction.

La direction générale de cette ligne de faîtes est E. 22° N., O. 22° S. Elle se rapproche beaucoup de la direction qu'affectent les couches schisteuses de cette chaîne, laquelle est comprise entre E. 20° N., O. 20° S., et E. 40° N., O. 40° S. Cette orientation est la même que celle du terrain cambrien, auquel le terrain de transition de la montagne Noire nous paraît appartenir : il est dès lors probable que cette chaîne a été formée à cette époque.

Cette supposition est confirmée par l'observation que les roches anciennes de cette partie de la France ne pénètrent pas dans les formations secondaires déposées sur leurs pentes. Mais, d'un autre côté, les terrains tertiaires qui s'appuient sur la montagne Noire sont en couches fortement inclinées, et leur direction moyenne, E. 25° N., très-rapprochée de celle du terrain cambrien, est également celle de la chaîne principale des Alpes, qui a présidé aux dislocations des terrains tertiaires de la Provence, et, par suite, à celles que les mêmes terrains ont éprouvées dans le Languedoc. Il est donc naturel de supposer que la falaise qui termine le plateau central de la France, du côté du Languedoc, a été soulevée, à deux reprises, dans la même direction : la première fois, après le dépôt du terrain cambrien, et la seconde, lors de l'érection de la chaîne principale des Alpes, c'est-à-dire postérieurement à la formation des terrains tertiaires.

Age de la montagne Noire.

Les terrains de transition de la montagne Noire sont, comme pour les deux chaînes que nous venons d'étudier, tellement liés au granite, qu'il est difficile d'en séparer la description : en effet, leur contact est toujours signalé par l'interposition d'une couche plus ou moins puissante de micaschiste, qui forme le passage de ces deux terrains; quelquefois même les premières couches du micaschiste sont à l'état de gneiss, de sorte qu'il y a une gradation successive dans la quantité de mica que prend le granite, et dans sa structure schisteuse.

Disposition relative du granite et du terrain de transition.

Le massif de la montagne Noire, tel que nous le considérons, c'est-à-dire comme soulevé postérieurement au plateau central, se compose de trois petits chaînons granitiques : le premier, qui est le plus important, est la *montagne Noire* proprement dite; le second, que l'on peut désigner sous le nom de *montagne de la Caune,* se dirige de Brassac à Murat, et se rattache à la montagne Noire par une suite non interrompue de plateaux granitiques; enfin le troisième consiste dans le plateau granitique du *Sidobre,* entre Castres et Brassac : il est séparé des deux premiers massifs par le terrain de transition.

Nature du granite.

Le granite s'élève partout beaucoup au-dessus des terrains de transition, mais il pénètre dans ces terrains; et on le voit, près de la Caune, y former des espèces de digitations : il serait donc postérieur à celui du Forez et de Tarare. Il constitue, en général, des plateaux allongés. Ce granite est le plus ordinairement à gros grains, à mica noir et à cristaux de feldspath blanc,



qui atteignent fréquemment, surtout dans le massif du Sidobre, la grosseur du doigt. La ténacité de ce granite est assez grande. Cependant on doit en distinguer deux variétés, qui sont, en général, en rapport avec la grosseur du grain. Le granite à petits cristaux est le plus tenace; néanmoins il se désagrége encore : d'où il résulte que les escarpements de ce terrain sont toujours très-doux, et que sa surface est constamment recouverte de blocs produits par la décomposition. Le granite de la montagne Noire contient plus fréquemment que le granite du Sidobre, et surtout avec plus d'abondance, des minéraux étrangers à sa composition essentielle. Dans le massif de Brassac, cette roche renferme beaucoup de grenats et de tourmalines, dont les cristaux sont quelquefois assez grands : nous y avons vu des cristaux de spinelle et de fer oxydulé.

Minéraux mélangés.

Le terrain de transition forme deux bandes.

Le terrain de transition forme deux bandes distinctes : l'une recouvre la pente S. de la montagne Noire; la deuxième sépare, ainsi que nous l'avons déjà annoncé, la chaîne granitique du Sidobre des deux autres.

La direction de ces deux bandes de transition est la même que celle de la chaîne principale : E. 25° N., O. 25° S. Leur composition est identique, circonstance qui résulte évidemment de la manière dont elles ont été formées; car elles appartiennent à une même nappe, qui a été divisée en deux par le soulèvement du granite. Mais, si leur composition est semblable, il n'en est pas entièrement de même de leur relief, ce qui tient à leur position respective. Ainsi la bande resserrée entre deux relèvements de granite présente des accidents et des contournements nombreux. Il est difficile, en effet, de se figurer un terrain plus profondément et plus minutieusement découpé, des vallées plus étroites, plus rapprochées les unes des autres, à bords plus roides et plus abruptes, que toute la partie de ce terrain dont Boisseron est le centre, et qui s'étend du N. E. au S. O., depuis Brassac jusqu'à Aumontel.

Au N. et au N. O. de Brassac, le terrain continue d'être accidenté, mais plus largement, et avec la différence qui doit exister entre un terrain solide qui se relève en masse ou se rompt, et un terrain flexible qui se replie sur lui-même et se contourne dans tous les sens. En effet, au N. de Brassac, la masse de terrain de transition est presque entièrement calcaire, tandis qu'au S. elle est principalement formée de schiste.

Coïncidence

Le relief du sol indique, d'une manière certaine, la limite du terrain de

transition et du granite. Cette dernière roche s'est, en effet, remarquablement élevée, et a dépassé de beaucoup la hauteur du terrain de transition qu'il relevait. Il a formé une suite de hautes montagnes, qui se dirigent presqu'en ligne droite de Brassac à la Caune. La route qui unit ces deux villes, tracée à mi-côte, est ouverte entièrement sur la limite du granite et du terrain de transition. Cette même limite se prolonge de la Caune à Murat. Au S. de la route, on voit encore profiler le prolongement de la longue chaîne granitique que nous venons de signaler. du relief du sol et de la limite des terrains.

La bande S. du terrain de transition, quoique hérissée d'une multitude de pics aigus, est cependant beaucoup plus régulière; les schistes et les calcaires y forment des assises successives qui diminuent graduellement de hauteur. Il en résulte que l'ensemble du terrain dessine de vastes stries parallèles, échelonnées les unes sur les autres. La pente des couches étant vers le S., la séparation des terrains secondaires et de transition a lieu suivant le plan des couches, circonstance qui cause, en grande partie, la pente abrupte de la falaise qui termine la montagne Noire du côté du Languedoc.

Composition du terrain de transition.

La composition de ce terrain de transition est fort simple; il consiste presque exclusivement en schiste et en calcaire. Cependant on y observe des roches feldspathiques, qui probablement y ont été introduites. Le schiste est fréquemment talqueux, quelquefois même tout à fait micacé. Le calcaire, en général très-esquilleux, souvent aussi est saccharoïde. Cette texture est fréquemment en connexion avec les roches anciennes. Mais, dans beaucoup de circonstances, rien ne décèle un rapport entre ces deux terrains; le calcaire, enclavé au milieu du schiste, n'est pas en contact avec le granite, et aucun filon de porphyre ne vient, par sa présence, indiquer l'origine du calcaire saccharoïde : toutefois le schiste qui accompagne cette roche est ordinairement talqueux ou au moins satiné, et le calcaire paraît comme étonné par un changement brusque de température; il se fendille dans tous les sens, et, si l'on parvient à en extraire des blocs un peu considérables, les moindres variations atmosphériques le divisent souvent profondément. On a ouvert différentes carrières de marbre blanc aux environs de la Caune, on est même parvenu à en extraire de très-beaux blocs; mais plusieurs d'entre eux, laissés sur place par la difficulté des transports dans ce pays montagneux et presque sans routes, n'ont pu résister à l'action des

gelées : ils sont tous traversés de part en part par des fissures nouvelles.

Le calcaire alterne avec le schiste en couches réitérées; il forme des bancs très-puissants, et, dans plusieurs localités, il constitue la partie principale du terrain de transition. Les deux dessins qui suivent montrent la disposition générale des assises de schiste et de calcaire.

Fig. 17.



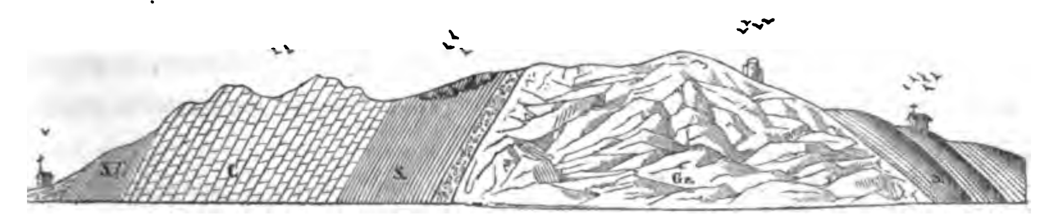
Coupe transversale de la montagne Noire passant par la forêt de Ramordens.

Gr. Granite.
S. Schiste.
C. Calcaire.
S. V. Schiste violet.
C. T. Calcaire tertiaire.
G. T. Grès tertiaire.

Ce premier dessin représente une coupe transversale prise du N. O. au S. E. Entre Escoussens et la forêt de Ramordens, le schiste en occupe la plus grande épaisseur et en forme la partie la plus ancienne. Le calcaire existe principalement à l'extrémité de la formation : cependant on remarquera qu'on en a trouvé une assise au milieu même du schiste. Cette première assise de calcaire ne contient pas de fossiles, tandis qu'ils sont fort abondants dans le calcaire supérieur: ce sont principalement des polypiers. Quelques couches sont très-riches en nautiles; on y trouve aussi deux espèces d'orthocères : l'une ayant au plus trois ou quatre pouces de long, tandis que les échantillons de l'autre espèce ont jusqu'à deux pieds de longueur. Le schiste immédiatement en contact avec le calcaire est presque toujours violet. Il est indiqué dans ce dessin par les lettres S. V.

L'extrémité de cette coupe est terminée par du calcaire d'eau douce C. T., et par du grès sableux G. T., en couches horizontales, représentant la mollasse. On a trouvé dans ce grès quelques fragments imparfaits de carapaces de tortue.

Fig. 18.



Coupe transversale de la montagne Noire passant par Sorrèze.

Gr. Granite.
S. Schiste de transition.
C. Calcaire de transition.
S. V. Schiste violet avec fossiles.

* Sorrèze.
** Vallée du Sor.
*** Anciennes minières de fer.
**** Tour de Roquefort.
***** Les Campmazes.

Dans cette coupe, le calcaire forme une assise plus puissante que le schiste; le granite constitue un massif considérable, sur les pentes duquel repose le terrain de transition en couches fortement redressées et plongeant en sens inverse. Au contact du granite le schiste est entièrement cristallin, et nulle part on ne voit mieux le passage du schiste micacé au terrain de transition que près des minières anciennement exploitées dans les environs du Forez.

Ces deux dessins font connaître la disposition générale des terrains de transition de la montagne Noire. Pour donner une idée exacte de leur composition, nous allons décrire deux coupes partielles, l'une prise à Burlats, dans la bande intercalée entre les deux chaînes granitiques; l'autre sur la pente S. de la montagne Noire, aux carrières du moulin de Caunes, les plus importantes de tout le Languedoc.

Terrain de transition de Burlats.

Dans la première de ces localités, à Burlats[1], on a fait des recherches de houille qui ont été infructueuses. La couleur noire des schistes et certaines traditions ont été les seules raisons qui ont conduit à entreprendre des travaux dans cette localité. Ces recherches ont eu lieu par le moyen d'une galerie horizontale, ouverte au haut d'une gorge profonde, située au S. E. de Burlats.

[1] Cette description est extraite du journal de voyage de M. de Boucheporn, ingénieur des mines, chargé par l'administration de l'exécution de la carte géologique du département du Tarn.

Cette galerie a d'abord traversé une couche assez épaisse de blocs granitiques, dont le versant de la montagne est couvert; puis:

2° Une série puissante et régulière de couches schisteuses, la plupart brunes et lie de vin : il y en a quelques-unes vertes, légèrement esquilleuses, mais non satinées;

3° Du calcaire marbre très-esquilleux, associé à du calcaire schisteux: ce dernier, outre sa structure particulière, alterne avec des schistes verdâtres.

4° Vient ensuite une roche blanche kaolinique, faisant pâte avec l'eau, et probablement liée avec une roche feldspathique dont nous parlerons au n° 6;

5° Du schiste pyriteux noir, se décomposant facilement par suite de l'altération des pyrites.

6° Une roche compacte verdâtre, à cassure esquilleuse et même cireuse, peu dure, fusible en émail blanc, forme une couche régulière de six pieds de puissance. Son inclinaison est de 45 degrés, comme celle de tout le terrain, et elle plonge vers le S. 35 degrés E. Cette roche, qui présente tous les caractères du feldspath compacte, sauf cependant la dureté, contient des petits cristaux de feldspath vitreux, quelquefois lamelleux, et des cristaux d'amphibole noir formant des masses bacillaires peu étendues. Cette roche n'est pas ordinaire au terrain de transition; elle présente la plus grande analogie avec la pierre carrée des environs d'Angers, laquelle forme, comme celle-ci, des couches régulières dans le terrain anthraxifère des bords de la Loire. D'après les caractères minéralogiques de cette roche, on serait porté à la regarder comme infiltrée dans le terrain; mais il est plus naturel, à cause de sa régularité, de la supposer le produit de l'altération d'une certaine partie du terrain de transition, par l'action prolongée de la chaleur.

7° Au-dessous de cette roche singulière, on retrouve le même schiste noir très-pyriteux, contenant quelques empreintes de calamites: la présence de ces débris organiques autorise malheureusement les recherches de houille, qui ne peuvent qu'être infructueuses par la nature du terrain, et par la proximité du granite qui ressort dans plusieurs points.

Calcaire saccharoïde à la Caune.

Dans cette coupe, le calcaire forme une épaisseur considérable; il se trouve presque exclusivement à la partie supérieure du terrain, et ne présente que peu de couches alternant avec le schiste : c'est cependant la circons-



tance la plus ordinaire dans le terrain de transition du midi de la France. Il est vrai que l'alternative réitérée des couches de calcaire et de schiste est plus habituelle au terrain de transition des Pyrénées qu'à celui de la montagne Noire. Les caractères du calcaire de transition de la montagne Noire varient beaucoup, suivant sa proximité des roches anciennes. Compacte et esquilleux, sur les revers de la montagne Noire, il est, au contraire, dans la bande intercalée au milieu du granite, constamment cristallin, souvent même presque saccharoïde, ainsi qu'on le voit dans les environs de Burlats et de la Caune. Près de cette dernière ville, où il existe beaucoup de carrières, le calcaire y est constamment demi-cristallin et d'un gris clair comme le marbre bleu turquin; quelquefois même il est complétement blanc et saccharoïde. Nous avons vu un affleurement de cette dernière variété à mi-côte de la route nouvelle de la Caune à la Salvetat.

Ces calcaires sont entremêlés de schiste, et souvent le même échantillon contient ces deux roches. Ce mélange intime donne au calcaire une cassure schisteuse. Le schiste, presque toujours vert, passe au schiste talqueux. Les premières couches, celles immédiatement en contact avec le granite, sont à l'état de micaschiste : cette dernière roche forme une couche mince, mais continue, à la séparation du granite et du terrain de transition.

Carrière de Caunes.

Une coupe de Cabarède à Caunes, près de Carcassonne, traverse la bande de transition S. dans toute son épaisseur. Les premières assises de schiste et de calcaire en contact avec le granite possèdent la même disposition cristalline que nous venons de signaler à la Caune, tandis que les couches qui terminent cette bande ont conservé la texture qu'elles possédaient lors de leur dépôt. Leur stratification a seulement éprouvé de grands dérangements depuis cette époque.

Le granite, qui est à gros cristaux de feldspath, se prolonge jusqu'au delà d'Albine. Il est recouvert immédiatement par du schiste micacé en couches réglées, qui plongent de 80 degrés vers le S. 30 degrés E. Les éléments qui le composent, d'abord très-distincts, se fondent bientôt; de sorte qu'après une très-faible épaisseur il passe au schiste talqueux. A une petite distance, la roche perd son éclat demi-métallique, et il succède immédiatement à ce schiste luisant et talqueux un schiste verdâtre esquilleux, entremêlé de calcaire en nodules allongés. Le calcaire est



complétement grenu, et la roche, par son entrelacement, présente tous les caractères du marbre chipolin.

A ces couches succède une alternative réitérée de calcaire demi-cristallin, blanc, un peu rosé, et de schiste argileux, luisant, vert et lie de vin. Les couches calcaires ont de six à dix-huit pouces de puissance. Elles sont fendillées dans tous les sens, et les lignes de fractures sont presque toujours colorées par une teinte ferrugineuse.

Variétés de calcaire.

Les couches de calcaire cessent à Rieussec; des schistes lie de vin, très-micacés, à paillettes larges et argentées, forment l'espace compris entre ce hameau et les carrières de marbre de Caunes. Le relief du terrain indique, d'une manière très-nette, la nature du sol : les couches schisteuses se décomposent facilement et sont toujours à pente douce; les ravins qui les traversent sont peu profonds, tandis que les ravins ouverts dans le calcaire sont à pic. On voit que tous les accidents que cette roche a éprouvés ont produit des fentes, tandis que ces mêmes circonstances ont seulement comprimé les couches de schiste, et les ont contournées dans tous les sens.

Les couches les plus anciennes des carrières de Caunes sont composées d'une alternative réitérée de schiste vert, de schiste gris et de calcaire gris esquilleux, contenant quelques entroques. Les couches de calcaire sont très-minces, constamment mélangées de parties schisteuses et ne pouvant être exploitées. Le schiste est lui-même fréquemment calcaire, de sorte qu'il est évident que ces deux substances se sont déposées simultanément.

Cette assise schisteuse est recouverte par une épaisseur considérable de calcaire, qui présente un grand nombre de variétés; on en distingue quatre espèces qui fournissent des marbres différents. Elles constituent deux systèmes de couches séparées, que l'on pourrait désigner sous les noms de calcaire compacte et de calcaire schisteux. Chacune de ces assises est ordinairement fort épaisse, et souvent elle est exploitée dans des carrières particulières. Tous les calcaires compactes alternent ensemble. Dans les carrières de la Bouriette, un peu au-dessus de l'ermitage de Notre-Dame-du-Cros, la première couche que l'on rencontre au-dessus de l'assise schisteuse est un calcaire compacte, gris clair, esquilleux, contenant beaucoup de polypiers. Au milieu de cette série on trouve un calcaire compacte d'un jaune rosé, avec des parties un peu plus rouges; il contient, comme

le précédent, une grande quantité de polypiers branchus, qui sont transformés à l'état de calcaire cristallin très-clair, ce qui donne au marbre un aspect assez agréable. Cette variété, désignée sous le nom de marbre *couleur de chair*, est assez généralement exportée. A une certaine époque, ce marbre était fort en usage, et on le retrouve dans tous les monuments construits sous Louis XIV et sous Louis XV. Au milieu des couches qui fournissent le marbre couleur de chair, il existe accidentellement un calcaire contenant beaucoup de parties ferrugineuses, brunes, mélangées de calcaire spathique concrétionné. Cette variété de calcaire, distinguée dans le commerce sous le nom de *marbre cervelas*, ne contient que très-peu de fossiles. On n'y voit pas les polypiers nombreux qui caractérisent le précédent.

Marbre couleur de chair.

Marbre cervelas.

Au-dessus existe une série de couches présentant le passage à la partie schisteuse du terrain; elle se compose de couches puissantes de calcaire compacte, alternant avec des couches de schiste vert. Ce calcaire, qui donne le *marbre gris*, contient encore quelques polypiers; mais il est surtout caractérisé par la présence des encrines : il en renferme presque autant que les marbres de Flandre. On y trouve aussi deux espèces d'orthocères : l'une, qui atteint quelquefois dix-huit pouces de long, est transformée en calcaire cristallin; l'autre, très-petite, est plus ordinairement schisteuse. Les caractères de ces fossiles sont trop effacés pour qu'on puisse en déterminer l'espèce. Les nautiles caractéristiques des couches suivantes commencent déjà à paraître au milieu du marbre gris.

Marbre gris.

Des couches de calcaire entrelacées de parties schisteuses, et qui fournissent le *marbre griotte*, terminent la série calcaire. La première couche en remontant est celle qui donne le plus beau marbre; elle a environ quarante pieds de puissance, divisée en plusieurs lits. Le schiste est d'un rouge sombre, tandis que le calcaire est d'un rouge vif, mélangé de quelques parties blanches. Le calcaire forme constamment des amandes au milieu du schiste, circonstance qui a fait désigner ce calcaire sous le nom d'amygdalin; mais, lorsqu'on étudie séparément chaque amande, on reconnaît que presque toutes portent des traces d'organisation. Ce sont autant de nautiles, qui ont été transformés en calcaire. Cette roche ayant éprouvé à la fois des pressions violentes, et probablement aussi une altération dans sa texture par suite de la température élevée à laquelle les terrains de transition paraissent avoir été soumis, les nautiles qu'elle contenait ont été

Marbre griotte.

Abondance des nautiles.



déprimés, et se sont, pour ainsi dire, fondus dans la pâte. Dans la variété désignée sous le nom d'*œil de perdrix*, ces corps organisés sont très-distincts. En visitant les marbrières de Caunes, nous avons vu deux ou trois plaques de marbre griotte qui contenaient, en outre, de petites orthocères

Le marbre griotte passe, par transition insensible, à du calcaire schisteux, mélangé tantôt de schiste rouge et donnant un marbre imparfait, tantôt de schiste vert et passant à un calcaire analogue au marbre campan des Pyrénées. Le schiste est trop abondant pour que l'on puisse exploiter ce marbre; mais sa présence sur la pente de la montagne Noire est intéressante en ce qu'elle nous montre que le terrain de transition est du même âge que celui des Pyrénées, malgré que la chaîne ancienne du Languedoc soit d'une époque bien différente de celle des Pyrénées. Ce calcaire contient encore une grande quantité de nautiles, et la plupart des amandes calcaires qu'il renferme sont dues à la présence de ces fossiles. L'épaisseur de ces couches est très-considérable.

Falaise très-élevée à la séparation du terrain de transition et du terrain secondaire.

Des couches d'un schiste rougeâtre lie de vin, très-micacé, puis d'un schiste gris, recouvrent les calcaires, et terminent le terrain de transition. Elles plongent de 75 degrés vers le S. 34 degrés E. Ces couches forment un mur élevé, qui dessine les contours des terrains anciens. Cette différence si remarquable du sol permet de saisir facilement la constitution géologique du pays; et, lorsqu'on est placé sur une hauteur qui domine la plaine, on peut, par cette seule considération, et à l'aide de la carte de Cassini, tracer, sur une très-grande étendue, les limites exactes des formations secondaires et des terrains anciens. La différence de culture est aussi un guide sûr pour le géologue. La région du terrain de transition, généralement froide, est couverte de châtaigneraies. Les nuages, qui y ont, pour ainsi dire, fixé leur demeure, entretiennent une végétation vigoureuse, qui fait un contraste frappant avec le feuillage grêle et blanchâtre des oliviers qui couvrent la plaine, dont le sol est formé de terrain de craie.

Les deux exemples que nous venons de donner montrent que le calcaire forme la roche dominante du terrain de transition du Languedoc. Cette roche est, au contraire, fort rare dans les lambeaux de terrain de transition des chaînes du Forez et de Tarare. Cette différence, quelque importante qu'elle soit, l'est beaucoup moins que celle qui existe entre les fossiles de ces deux terrains : elle est, du reste, complétement d'accord

avec la différence que nous indiquerons plus tard entre le terrain cambrien et le terrain silurien de la Bretagne.

Pour compléter l'histoire des roches anciennes qui entrent dans la constitution géologique du plateau central de la France, il nous reste encore à mentionner les amphibolithes, les serpentines et les roches volcaniques: ces dernières y jouent un rôle trop important pour que nous ne parlions d'elles qu'accidentellement; aussi nous y consacrerons un chapitre particulier. Elles sont, du reste, tellement distinctes par leur âge et par les différents phénomènes qui ont accompagné leur émission, qu'il n'existe que des relations très-faibles entre ces roches et les terrains anciens.

Des amphibolithes.

Les amphibolithes sont assez rares dans le plateau central de la France, différence bien essentielle entre ce massif de montagnes anciennes et la Bretagne. Nous n'en connaissons que quelques masses, qui paraissent indépendantes des terrains de gneiss et de schiste micacé; elles sont composées d'amphibole laminaire et d'albite cristallisé, très-peu lamellaire. Mais, si les amphibolithes isolés sont rares, peut-être même si ces roches n'y sont pas représentées, ce qui nous paraît très-vraisemblable, les amas que nous citons n'étant peut-être que des rognons empâtés dans le gneiss, il n'en est pas moins vrai que l'amphibole existe avec quelque abondance dans le centre de la France : aussi avons-nous indiqué plus haut que le gneiss de la Corrèze était très-fréquemment mélangé d'amphibole, et que la pegmatite de Saint-Yrieix en contenait également. Cette substance doit alors être regardée comme accidentelle, et, dans tous les cas, elle n'appartient pas à ce phénomène particulier.

De la serpentine.

La serpentine joue, au contraire, un rôle important dans la constitution géologique de cette contrée; on en voit de nombreux amas dans le département de la Haute-Vienne. Les principaux sont : au N., celui de la ville d'Aubrun; au centre, ceux de la Rivière, de la Roche-l'Abeille et du Martoulet; enfin, au S., celui de la Coquille. Ils apparaissent presque tous au milieu du gneiss, mais sans liaison avec cette roche. A la limite des départements du Tarn et de l'Aveyron, la lisière des terrains anciens est marquée par l'apparition de masses et de filons de serpentine qui forment des lignes de faîtes, sur lesquelles s'appuient, des deux côtés, les feuillets du gneiss et du micaschiste. Ces deux roches y possèdent une véritable stratification, qui se dirige fort régulièrement du N. O. au S. E., comme les amas

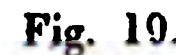
de serpentine; de sorte qu'il est impossible de ne pas attribuer la régularité de cette direction à l'arrivée au jour de la serpentine, notamment au Puech-Mignon, à Saint-Martin-de-la-Guepie, à Saint-Marcel et même à Réalmont, quoique, dans cette dernière localité, la roche qui surgit au milieu du terrain soit plutôt un amphibolithe que de la serpentine.

Les gneiss et les micaschistes ne sont pas les seules roches subordonnées à la serpentine : le grès bigarré est fortement redressé à son approche, et il conserve la même direction que les amas serpentineux; les filons de quartz et de baryte sulfatée, enrichis par du cuivre gris argentifère et par de la bournonite, paraissent, d'après leur direction, également en connexion avec ces roches ignées.

Dans les départements de la Corrèze et de la Dordogne, près de Terrasson, où l'on voit quelques amas de serpentine, le calcaire du Jura est horizontal, tandis que, dans les mêmes localités, le grès bigarré est fort incliné : cette disposition nous fait supposer que la serpentine a surgi postérieurement au terrain du grès bigarré et antérieurement au lias.

On connaît également de la serpentine dans les départements du Lot, de l'Aveyron, du Tarn et de la Lozère. Dans le premier de ces départements, on en observe aux environs d'Argental. A une demi-lieue de Cahus sur la Cère, la serpentine forme une masse de 18 mètres de puissance qui est exploitée comme marbre.

La serpentine ne constitue, en général, que des masses peu étendues. Le Puy-del-Voll, près Firmy, dans l'Aveyron, représenté dans la figure ci-contre, offre une exception à cette règle, qui est générale dans le centre de la France. Cette roche y forme une véritable montagne.





Montagne de serpentine près Firmy.

S. Serpentine. G. Grès houiller.

La serpentine se présente à Firmy sous la forme d'un dôme, qui s'élève au milieu du terrain houiller et le domine de toutes parts, en en rejetant les couches. A l'O., les couches de grès s'appuient sur la serpentine, tandis que, du côté opposé, le grès plonge vers cette roche et semble devoir passer au-dessous; mais cette disposition n'est certainement qu'apparente. Elle se reproduit souvent dans les Alpes, quand les roches qui se sont élevées à la surface forment des masses puissantes qui, après avoir soulevé les couches, les ont forcées à se replier sur elles-mêmes.

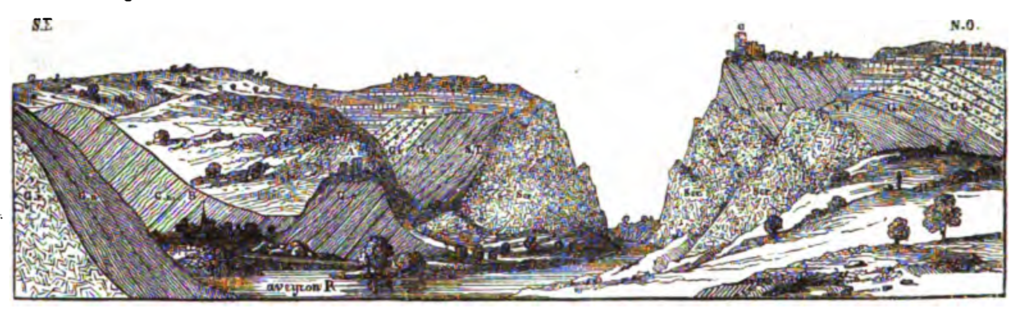
La masse de serpentine des environs de la Guepie, dans le département du Tarn, est aussi fort remarquable; elle est traversée, dans la plus grande partie de sa longueur, par l'Aveyron, qui coule dans une gorge profonde, et nous dévoile la position de la serpentine et sa relation avec les roches qui la recouvrent.

Le gneiss, qui est fort schisteux, s'appuie de tous côtés sur cette masse étrangère au terrain : on remarque, à droite et à gauche du défilé, que ses feuillets plongent en sens inverse. Les parties de gneiss immédiatement en contact avec la serpentine sont, pour ainsi dire, cémentées de magnésie, et sont passées, sur une certaine épaisseur, à l'état de schiste et de gneiss talqueux. Ces roches cristallines sont surmontées de couches puissantes de

grès bigarré, lesquelles ont été également soulevées par la serpentine; et ses strates, quoique moins inclinés que les feuillets du gneiss, font encore un angle de près de 50 degrés avec l'horizon.

Le dessin ci-joint rappelle cette disposition instructive. Dans quelques points, le calcaire d'eau douce s'étend en couches horizontales sur le terrain cristallin et sur celui de grès bigarré, sur lesquels il forme un manteau assez épais.

Fig. 20.



Vue de la masse de serpentine de Saint-Martin-de-la-Guepie, près de Cordes.

Gr. Granite.
Gn. Gneiss.
G. T. Gneiss talqueux.
S. T. Schiste talqueux.
G. B. Grès bigarré.
Ser. Serpentine.
T. Terrain tertiaire.

La serpentine de la Guepie contient des veinules, quelquefois assez puissantes, de calcaire. Cette dernière substance, souvent fort abondante dans plusieurs des localités où nous avons cité de la serpentine, fournit, par son mélange avec cette roche, des marbres verts très-beaux, qui ont été exploités à plusieurs reprises.

M. Cordier a annoncé depuis longtemps[1] que, parmi ces amas, un assez grand nombre sont disposés en ligne droite, et paraissent, par conséquent, avoir été formés à la même époque. Plusieurs observations nous font penser que ces roches ont été soulevées entre le dépôt du grès bigarré et celui du lias. Effectivement, dans le département du Lot, on voit à Figeac les couches de grès bigarré être pénétrées dans tous les sens

[1] *Note sur les roches de serpentine observées jusqu'à présent dans les montagnes de l'intérieur de la France*, par M. L. Cordier, inspecteur général au corps royal des mines. (*Annales des mines*, 1re série, tom. II. pag. 345.)

par les porphyres que nous venons de citer comme associés à la serpentine, tandis que les couches de calcaire jurassique s'étendent horizontalement sur les mêmes porphyres. Près de Terrasson, dans le département de la Dordogne, le calcaire jurassique est également déposé en couches horizontales sur le grès bigarré. Enfin la même disposition se représente à Saint-Martin-de-Fressengeas, près de Thiviers, où la serpentine constitue un amas considérable.

Les serpentines qui existent dans la Vendée sont alignées suivant la même direction que les serpentines du Limousin et de l'Aveyron. L'absence du grès bigarré dans cette contrée nous empêche de constater d'une manière positive si ces roches ignées sont toutes du même âge; nous sommes néanmoins persuadés, par la simple étude des directions, qu'elles appartiennent au même phénomène.

Nous devrions indiquer dans ce chapitre les principales circonstances qui accompagnent les porphyres de Figeac; mais, comme ces roches ignées sont en connexion avec les terrains houillers, et que nous aurons l'occasion d'en citer d'autres exemples, nous réunirons leur description à celle de ces terrains.

Le terrain ancien du centre de la France possède de nombreux filons métallifères : la plupart produisent du plomb; quelques-uns contiennent du fer oligiste, du fer carbonaté et de l'antimoine sulfuré. Ces minerais sont fréquemment accompagnés de gangue de quartz, et l'on peut dire que ce sont, en général, des filons de quartz enrichis par la présence d'une certaine proportion de minerai métallique : parmi ces filons nous citerons la mine d'antimoine de Malbosc, exploitée dans le département de l'Ardèche, et la mine de plomb de Villefort et Vialas, située à quelques lieues au N. O. d'Alais, dans le département de la Lozère.

Mines métalliques.

A Malbosc, l'antimoine sulfuré forme plusieurs filons dans le micaschiste, lequel repose, à une très-petite distance de la mine, sur le granite du massif de la Lozère. Les feuillets du schiste micacé inclinent de 50 degrés environ vers l'O., et se dirigent moyennement du S. E. au N. O. parallèlement à sa ligne de contact avec le granite.

Les filons qui renferment l'antimoine sont formés principalement de quartz; quelquefois ils contiennent de la chaux carbonatée, très-rarement de la baryte sulfatée. Ils ont une inclinaison de 25 degrés vers l'E., et se



dirigent à peu près E. O. Leur puissance est très-variable; leurs salbandes ordinaires sont d'argile.

Antimoine sulfuré à Malbosc.

L'antimoine sulfuré se trouve, à Malbosc, en veines compactes ou en filets suivis, ayant moyennement $0^m,08$ d'épaisseur. Cette puissance est variable : pour le plus considérable des deux filons exploités dans la concession de M. Laveşneyde, elle s'élève quelquefois à $0^m,30$. On rencontre aussi l'antimoine par taches fibreuses ou mouches rayonnées. L'allure du filet métallique n'est pas régulière : il se porte tantôt au toit, tantôt au mur du filon quartzeux, se divisant quelquefois en plusieurs filets, souvent se perdant totalement; et alors le filon devient sauvage et argileux. L'antimoine sulfuré, après avoir disparu, se montre plus loin et reprend sa marche. Cette irrégularité se fait naturellement sentir dans les produits de l'exploitation, et y apporte beaucoup de difficultés.

Plomb sulfuré à Villefort.

Les filons qui alimentent l'usine de Villefort sont, au moins, au nombre de dix; mais ces différents filons sont loin d'avoir la même importance. M. Marrot, qui a donné une description de ce gisement[1], les groupe en filons principaux et en filons de second ordre : ceux-ci, du reste, ne sont que des branches ou des ramifications des premiers. Ils sont tous également placés dans le terrain de gneiss, et quelques-uns à la ligne de contact du granite. Ils ont, en général, l'aspect d'une fente irrégulière, en partie remplie de fragments de micaschiste. La galène y est mélangée de fer sulfuré, de cuivre pyriteux, de blende, de chaux carbonatée, de baryte sulfatée et de quartz : ces deux dernières substances, de beaucoup les plus abondantes, peuvent être regardées comme la véritable gangue de ces filons. La galène y forme tantôt des filets continus, tantôt des colonnes verticales; mais le plus ordinairement elle s'y trouve en rognons isolés et par places, de sorte que ces filons ont une marche très-irrégulière, et que le minerai est disséminé dans la gangue.

L'irrégularité que nous signalons dans les filons de Villefort se reproduit presque constamment dans les filons qui existent dans les terrains anciens du centre de la France : c'est le caractère essentiel qui les distingue des filons qui traversent les terrains de transition; leur richesse est aussi beau-

[1] *Notice sur le gisement et l'exploitation des mines de Villefort (Lozère)*, par M. Marrot, ingénieur des mines. (*Annales des mines*, 1re série, tom. IX, pag. 305.)

coup moindre. Une étude de ces différents filons nous révèle un fait intéressant: c'est qu'ils sont, en général, placés dans le terrain de gneiss, et non dans le granite; souvent, il est vrai, à la séparation de ces deux roches. Il est donc probable qu'ils ont été formés à peu près à la même époque que les granites qui ont été introduits dans les gneiss.

La culture du vaste plateau de roches anciennes qui occupe le centre de la France, et dont nous venons de faire connaître les traits généraux, est très-uniforme : des châtaigneraies immenses recouvrent les sommités et les pentes de toutes ses collines, tandis que des prairies toujours vertes serpentent dans les vallées nombreuses qui le sillonnent en tous sens. On rencontre cependant, de loin en loin, quelques champs de seigle, et dans quelques expositions privilégiées on cultive la vigne. Sur ses pentes méridionales croissent, il est vrai, d'abondantes moissons; mais la nature du sol a déjà changé, et le climat bienfaisant du Languedoc commence à y répandre ses richesses. Culture.

CHAPITRE III.

TERRAINS ANCIENS ET TERRAINS DE TRANSITION DE LA PRESQU'ILE DE BRETAGNE.

Les départements O. de la France, qui s'étendent depuis l'embouchure de la Seine jusqu'au cap Finistère, présentent une configuration physique si analogue, une identité de caractères géologiques si complète, qu'il nous a paru utile d'en réunir la description dans un seul chapitre.

Le sol de ces contrées est exclusivement formé de roches anciennes et de terrains de transition : il y existe, il est vrai, plusieurs petits bassins houillers et quelques lambeaux de terrains tertiaires; mais la surface que ces formations y occupent est si faible, qu'elles y sont, pour ainsi dire, inaperçues. La dernière, cependant, a joué un rôle important dans le relief général du pays, ainsi que nous allons l'indiquer.

En effet, la presqu'île de Bretagne, quoique montagneuse, n'offre pas ces arêtes saillantes, ces pics isolés qui donnent aux contrées anciennes les formes sauvages et pittoresques que recherchent presque tous les voyageurs. Les chaînes longues et étroites qui la sillonnent n'atteignent jamais qu'une faible hauteur, rarement supérieure à 360 mètres. Ces chaînes forment à l'horizon des lignes droites sans échancrures, analogues à celles qui existent dans les plaines où les roches stratifiées ont éprouvé peu de dérangements. Il semble qu'une cause générale a nivelé ces montagnes; et l'existence, sur un grand nombre de sommités, de petits lambeaux de terrains tertiaires, nous fait penser qu'à l'époque où ces terrains se déposaient, la Vendée et la Normandie étaient soumises à une action diluvienne puissante. Peut-être aussi le relief de ces provinces a-t-il été, en partie, effacé par le temps; car les révolutions qui les ont en quelque sorte façonnées sont, pour la plupart, antérieures au dépôt des terrains houillers. Mais ces causes, tout en altérant profondément la physionomie générale du pays, n'ont pu en détruire les traits principaux. L'étude de la direction des chaînes qui courent généralement de l'E. 10° à 15° N., à l'O. 10° à 15° S., ainsi que celle des couches, dévoilent les perturbations principales dont l'influence s'est fait sentir sur toute son étendue.

Forme générale de la Bretagne.

Considérée en grand, la structure de la Bretagne est extrêmement simple : elle consiste, ainsi que le fait voir M. Pouillon-Boblaye dans un

mémoire fort intéressant, en deux vastes plateaux[1] se dirigeant de l'E. à l'O., et séparés par une vallée longitudinale ou bassin intérieur, qui se prolonge de la rade de Brest aux limites du bassin hydrographique de la Vilaine. Cette vaste dépression se subdivise, près de la ville d'Uzel, en deux parties, à peu près d'égale longueur. Cette division n'est point hydrographique, ou fondée sur des lignes de partage d'eau, mais naturelle et fondée sur l'existence des petites chaînes de Kénecan et du Quillo, qui joignent le plateau du S. à celui du N.

Le plateau méridional, borné au S. par l'Océan, commence à la pointe du Raz, et se dirige à peu près de l'E. à l'O. Il s'appuie au N. sur les collines de la baie de Douarnenez et la chaîne des montagnes Noires, qui, sur une longueur de 12 lieues, montre une double cime à peu près rectiligne.

Près de Rostrenen, le plateau forme un cap avancé vers le N.; mais il ne se joint pas au plateau élevé du N., comme toutes les cartes l'indiquent.

Les limites de ce bassin, généralement bien tracées, sont surtout très-nettes entre Montfort, au S. de Pompéan, et la Guerche; partout on voit ses collines rougeâtres et stériles plonger d'une manière abrupte vers le N., et envelopper le riche bassin de Rennes, dont la surface est plane ou légèrement ondulée : on croit y reconnaître les limites d'un ancien lac, dont les eaux, passant vers le S., n'avaient d'ouverture que par l'étroite vallée de la Vilaine.

En faisant abstraction des montagnes Noires, qui forment une crête redressée contre les parois du plateau, nulle part il ne dépasse 300 mètres d'élévation : on peut le considérer comme un vaste plan, incliné vers le S.

Ce plateau méridional est sillonné par un grand nombre de vallées transversales et longitudinales : les premières dominent dans la région granitique; les secondes, au contraire, dans le plateau de transition de Bain.

La côte du Morbihan, qui termine ce plateau au S., est découpée par des sinuosités profondes et multipliées. Cependant une ligne tirée de Saint-Nazaire à Pont-l'Abbé, ou de l'E. 20° S. à l'O. 20° N., représente assez bien sa direction générale. Elle est en rapport avec une des révolutions, qui a donné à cette contrée sa forme actuelle.

La mer remonte de 2 à 3 lieues dans l'intérieur des terres, soit par

[1] Ce passage sur la division de la Bretagne en deux plateaux est extrait du mémoire de M. Pouillon-Boblaye, intitulé : *Essai sur la configuration et la constitution géologique de la Bretagne.* (*Mémoires du muséum*, t. XV.)

diverses baies, soit par les vallées qui viennent y aboutir. La vallée de la Vilaine fait exception; sa pente très-faible permet aux eaux de l'Océan de remonter jusqu'au delà de Redon, et, par conséquent, de traverser tout le plateau granitique.

La position de la plupart des villes du littoral de la Bretagne est une conséquence de cette disposition; elles se trouvent à 2 ou 3 lieues du rivage moyen, situées ou à la limite de ses anfractuosités, ou sur les rivières, au point où la marée, cessant de se faire sentir, permettait l'établissement de communications stables et arrêtait les transports maritimes.

Les côtes, principalement dans le Morbihan et la Loire-Inférieure, sont basses et sans escarpement, du moins dans toutes les parties qui ne forment pas un saillant prononcé vers l'Océan.

La partie sous-marine du rivage est peu profonde, et forme une pente très-douce. Le fond en est d'un sable quartzeux coquillier très-fin; les grèves, de galets et même de sables grossiers, sont rares et peu étendues. Les parties rentrantes sont comblées journellement par les vases déposées par la mer, et les parties saillantes attaquées avec violence. Tout, ainsi, tend à régulariser cette courbe de niveau, d'une régularité déjà si étonnante entre les terres et les mers.

Le plateau du N. commence entre Brasparts et Sizun, dans le département du Finistère. Là il supporte la chaîne des montagnes d'Arrez, qui jette plusieurs rameaux vers la rade de Brest et la presqu'île de Crozon. Sa direction générale est de l'O. à l'E. Son maximum de hauteur est de 330 mètres. Les crêtes schisteuses qui le surmontent dans le département du Finistère, et qui sont connues sous le nom de montagnes d'Arrez, atteignent 400 mètres d'élévation.

En face du golfe que forme la mer entre Saint-Malo et Granville, le plateau se déprime fortement, ne présente plus de continuité, et une élévation de 100 mètres suffirait pour réunir, par plusieurs vallées, les eaux de la Manche et de l'Océan. 175 mètres est à peu près son maximum d'élévation. Dans toute sa partie la plus élevée, ce plateau appartient aux roches anciennes, masquées cependant, dans les points où il se déprime, par le terrain de transition.

La limite méridionale de ce plateau est à peu près parallèle à la limite N. du premier plateau, en sorte que le bassin intérieur imite, par sa forme

sinueuse, par ses saillants et ses rentrants correspondants, la forme habituelle des vallées d'érosion.

La presqu'île de Bretagne présente un grand nombre de petites chaînes presque toutes parallèles entre elles, et courant dans une direction peu éloignée de la ligne E. et O. Elles forment autant de rides, dont sa surface a été sillonnée à une certaine époque. Quelques-unes de ces chaînes, malgré la faible hauteur à laquelle elles atteignent, sont remarquables par la rapidité de leur élévation : telles sont, à l'extrémité de la Bretagne, les montagnes d'Arrez et les montagnes Noires. Les premières, qui commencent, dans la rade de Brest, à la presqu'île de Crozon, se dirigent E. N. E., et se prolongent sans discontinuité jusqu'au Menez-Belair, près de Moncontour. Elles s'élèvent brusquement sur les bords de la mer, atteignent 400 mètres à la Chapelle-Saint-Michel près la Feuillée, et se maintiennent à 380 mètres pendant plusieurs lieues. Au Menez elles ont encore 335 mètres; mais, sur cette longueur, elles se sont fortement abaissées dans plusieurs points, et elles sont même presque interrompues au col évasé par lequel passe la route de Callac.

Montagnes d'Arrez.

Les montagnes Noires forment la limite N. du plateau du midi : leur direction générale est E. 10 degrés N.; leur hauteur, un peu moins considérable que celle des montagnes d'Arrez, n'atteint nulle part 350 mètres.

Montagnes Noires.

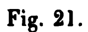
La chaîne de quartzite de Domfront et de Mortain, qui forme à l'E. le prolongement des montagnes Noires, constitue une arête saillante qui traverse toute la Bretagne, et s'élève très-brusquement au-dessus de la surface générale de la contrée qu'elle domine de toutes parts.

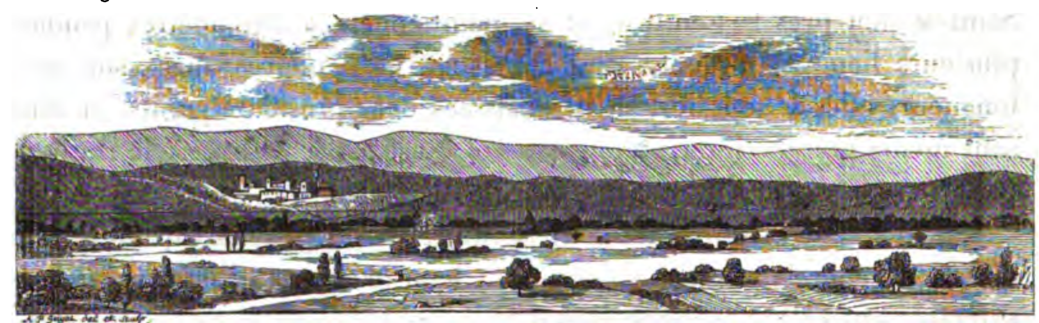
Les montagnes de la forêt d'Écouves, au N. d'Alençon, dont le point culminant est élevé de 413m37 au-dessus de la mer, se rattachent d'une manière presque continue à la chaîne de Mortain. La saillie inattendue que forment les montagnes d'Écouves dans cette contrée généralement peu élevée les rend très-remarquables; mais elles le sont bien davantage encore par la double direction que présentent leurs crêtes. Cette circonstance montre qu'elles ont éprouvé les deux soulèvements qui ont donné à la Bretagne son relief général, révolutions sur lesquelles nous donnerons bientôt quelques détails. La chaîne de Vire, qui se prolonge depuis Condé jusqu'à Granville, conserve, sur toute cette longueur, une direction générale de l'E. 12 degrés S. à l'O. 12 degrés N., et une hauteur à peu près constante de 300 mètres.



Nous citerons encore la chaîne dite les Bruyères de Clecy, qui traverse le département de la Manche, de l'E. à l'O., dans sa plus grande largeur, et qui court parallèlement à la chaîne de Vire, sur laquelle elle se projette suivant une ligne parallèle. Les collines de Clecy, beaucoup moins élevées que ces dernières montagnes, sont fort intéressantes par la réunion des terrains cambrien et silurien : leur base est formée de schiste sur toute leur longueur, tandis que leurs sommités sont recouvertes de couches de grès fort peu inclinées, et reposant en stratification transgressive sur le schiste.

La figure ci-jointe donne une idée de l'ensemble des collines de Clecy. Une ligne horizontale, tracée aux deux tiers de leur hauteur, indique la séparation du schiste et du grès. On voit, dans le fond, la chaîne granitique de Vire.


Fig. 21.



Vue générale des collines de transition situées à l'extrémité N. du département de la Manche.

La disposition générale des côtes de la Bretagne et de la Normandie n'est pas l'effet du hasard; elle est en relation intime avec les chaînes qui s'élèvent sur sa surface, et dont nous venons d'indiquer les principales : le plus léger examen montre, en effet, bientôt, que les côtes courent parallèlement à ces chaînes, et que leur direction commune est en rapport avec les perturbations auxquelles ces contrées ont été soumises à plusieurs époques de la formation de notre globe. Parmi ces différentes perturbations, toutes fort anciennes, on doit en signaler trois principales, parce qu'elles se sont fait sentir sur toute l'étendue de la contrée que nous étudions dans ce moment, et que la direction des couches nous en dévoile constamment l'existence.

La première, dont la direction générale est E. 25° N., O. 25° S., a eu lieu au milieu du dépôt des terrains de transition; elle a été accompagnée de l'érection des granites à grains fins qui recouvrent toute la surface du département du Morbihan.

La seconde perturbation a marqué la fin des terrains de transition; elle est imprimée en caractères ineffaçables dans plusieurs chaînes de la péninsule O., notamment dans celle qui s'étend de Granville à Falaise, et celle d'Argentan à Coutances, qui courent l'une et l'autre de l'E. 15° S. à l'O. 15° N. Les montagnes Noires participent de cette direction. La forme de la côte méridionale de la Bretagne est également en rapport avec cette révolution du globe, à la suite de laquelle paraissent s'être élevés les porphyres quartzifères si fréquents dans la Bretagne.

Révolutions successives qui ont modifié le relief de la Bretagne,

La troisième, beaucoup plus moderne que les deux précédentes, et dont nous ne saurions fixer l'âge géologique, s'est propagée presque de l'E. à l'O., tirant cependant de quelques degrés vers le N. La forme générale de la côte septentrionale de la Bretagne se rattache à cette cause, qui a influé si puissamment sur la configuration de cette contrée : elle se retrouve dans la direction de toutes les cimes granitiques qui la traversent de l'E. à l'O. Elle paraît le résultat de l'arrivée au jour des granites qui les composent.

Outre ces trois grandes révolutions, qui ont, pour ainsi dire, façonné le relief de la péninsule O. de la France, on reconnaît, sur beaucoup de points, des directions N. S., qui paraissent se rattacher aux roches amphiboliques, ainsi que M. J. Desnoyers l'a fait voir. La formation des filons plombifères de Huelgoat, de Poullaouen et du Pompéan, paraissent se rattacher à l'arrivée au jour de ces roches. Du reste, il est probable qu'il existe des amphibolithes de plusieurs âges.

La Bretagne et le Bocage normand sont, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, composés presque exclusivement de terrains anciens et de terrains de transition : ces deux classes de terrains n'y sont pas entremêlées d'une manière indistincte.

Le granite et les roches qui y sont associées constituent la pointe de Cherbourg, qui forme une espèce de sentinelle avancée au milieu de la Manche. Le phare de Barfleur, celui du cap de la Hague, sont construits sur des roches de cette nature : on en trouve encore quelques témoins le long de la côte du Cotentin, à Flamanville et près de Coutances. Le granite cesse pendant quelques lieues, puis il forme toutes les côtes de la Manche, depuis Avranches jusqu'à Brest, et celles de l'Océan depuis ce port jusqu'à l'embouchure de la Loire. Tout l'espace que nous avons désigné sous le nom de plateau méridional est composé de roches cristallines; elles forment, en outre, deux larges bandes qui courent presque E. O. La plus septentrionale s'étend

d'Écouché, près Argentan, à Avranches; la seconde, qui commence par quelques îlots granitiques isolés, forme une ligne presque continue de Mayenne jusqu'à Brest : elle partage la péninsule en deux parties très-distinctes, sous le rapport de la nature du terrain.

Position relative du granite et des terrains de transition.

Cette bande granitique constitue aussi une suite de faîtes, qui correspondent à la ligne de partage des eaux. Tous les ruisseaux qui coulent au N. portent leur tribut à la Manche, tandis que ceux qui prennent leur source sur le revers S. sont des affluents de la Loire, ou des petites rivières qui se rendent dans l'Océan.

La plupart des îles de la Manche, telles qu'Aurigny, Guernesey, Jersey, Chausey, etc., sont granitiques; il en est de même des îles d'Ouessant, de Seim, de Groix, etc., qui correspondent aux côtes anciennes des départements du Finistère, du Morbihan et de la Vendée.

Montagnes de la Vendée.

La Vendée, dont nous n'avons jusqu'ici que cité le nom, fait partie intégrante de la péninsule O. Les montagnes granitiques du Bocage vendéen se rattachent à celles du Morbihan, et le terrain de transition des départements de Maine-et-Loire, de la Mayenne et de la Loire-Inférieure, occupe une dépression du massif granitique, qui forme le squelette général de cette partie de la France.

Au premier abord, cependant, on ne retrouve pas, dans l'alignement des mamelons granitiques ni dans les plis du terrain de transition de la Vendée, les directions que nous venons de signaler en Bretagne et en Normandie, et qui donnent au relief de ces provinces une physionomie particulière.

Disposition générale du pays.

Le Bocage vendéen est, en effet, formé d'une multitude de collines peu élevées, presque toujours arrondies, autour desquelles de petits ruisseaux circulent dans toutes sortes de directions. Mais, si on distingue, parmi ces petites vallées, celles qui sont le résultat de forces successives, des vallées qui ont été produites par une cause générale, on reconnaît bientôt que la Vendée présente la répétition des mêmes phénomènes géologiques que la Bretagne : telle est, par exemple, la Sèvre nantaise, qui, depuis sa source, près de la Châtaigneraie, jusqu'à son confluent dans la Loire à Nantes, suit presque exactement une ligne droite, dont la direction N. O. S. E. est très-rapprochée de la direction qui préside aux dislocations du terrain silurien. L'ensemble des différentes collines que nous venons de signaler reproduit à chaque instant cette direction : c'est ainsi que la ligne de faîtes entre Parthenay et Chollet est, à très-peu près, parallèle aux eaux

Direction des chaînes et des cours d'eau.

de la Sèvre nantaise. Une ligne qui joindrait Paimbœuf, situé à l'embouchure de la Loire, et Fontenay-le-Comte, ligne qui, dans la plus grande partie de sa longueur, formerait le partage des eaux de l'O. de la Vendée, serait orientée de même du N. O. au S. E. L'île de Noirmoutiers, l'Isle-Dieu, la côte de Pornic, et surtout les lignes de séparation des terrains, affectent la même direction.

Composition du sol.

Le Bocage vendéen est presque exclusivement composé de terrains anciens : il y existe cependant du terrain de transition, qui en recouvre même une surface assez considérable; mais il est, pour la plus grande partie, à l'état métamorphique, et l'on ne peut, dans ce cas, reconnaître sa nature que par l'étude des directions.

Les terrains anciens y forment deux groupes distincts : l'un, composé de granite, de gneiss et même de micaschiste; l'autre, exclusivement granitique. Il y a, en outre, du micaschiste et du schiste talqueux, qui paraissent indépendants des granites et qui appartiennent probablement aux terrains de transition.

Chaîne granitique principale.

Le granite pur, celui non associé à du gneiss, est le plus abondant; il constitue une bande qui traverse toute la Vendée du N. O. au S. E. sur une épaisseur de six à huit lieues. Au N., cette bande se prolonge jusqu'un peu au delà de Chollet. Sa limite S. est marquée par une chaîne de montagnes qui se dirige par Saint-Pierre-du-Chemin, Montournais, Pouzauge, la Flocelière, les Herbiers, passe entre Saint-Léger et Palluau, au-dessus de Machecoul, et va se terminer vers Pornic, sur le bord de la mer. La direction de cette chaîne est sensiblement parallèle à la vallée de la Sèvre, qui en est une conséquence. Cette rivière coule entièrement dans ce terrain granitique. La plus grande hauteur de cette chaîne est d'environ 300 mètres. La montagne des Alouettes, près des Herbiers, et le bouquet de Pouzauge, en sont les points culminants. La sommité de Pouzauge, célèbre parmi les marins de cette côte, qui reconnaissent de loin le bois qui la surmonte, est composée de granite rose avec mica noir.

Au N., cette chaîne se perd insensiblement dans la bande granitique, tandis qu'au S. elle s'abaisse rapidement vers les Deux-Sèvres; et sa séparation des roches schisteuses est marquée par une falaise considérable.

Position du terrain de granite

Le terrain de granite et gneiss forme une bande continue sur ce revers; cette bande, peu épaisse dans le département des Deux-Sèvres, recouvre,



et gneiss. au contraire, une surface considérable dans la Vendée, et forme tout le plateau au S. O. de Bourbon. Le granite et le gneiss se fondent ensemble d'une manière fort irrégulière. Le feldspath qui compose ces deux roches est constamment le même; il est blanc et à petits grains. Le mica est généralement noir.

Les escarpements de gneiss et de granite ont un aspect très-différent : la première de ces roches, par sa décomposition, prend constamment des formes arrondies, tandis que les rochers de gneiss, ordinairement anguleux et déchiquetés, sont toujours très-escarpés. L'Isle-Dieu, située sur les côtes de la Vendée et dans le prolongement de la bande qui traverse cette ancienne province, du N. E. au S. O., nous en offre de très-beaux exemples. Cette circonstance nous a engagés à reproduire l'ancien château de l'Isle-Dieu, remarquable par la beauté du site et par la forme des rochers de gneiss sur lesquels il est construit. Nous sommes redevables de ce dessin à M. Rivière. Ce géologue nous a, en outre, communiqué plusieurs renseignements importants sur la constitution minérale de la Vendée.

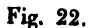
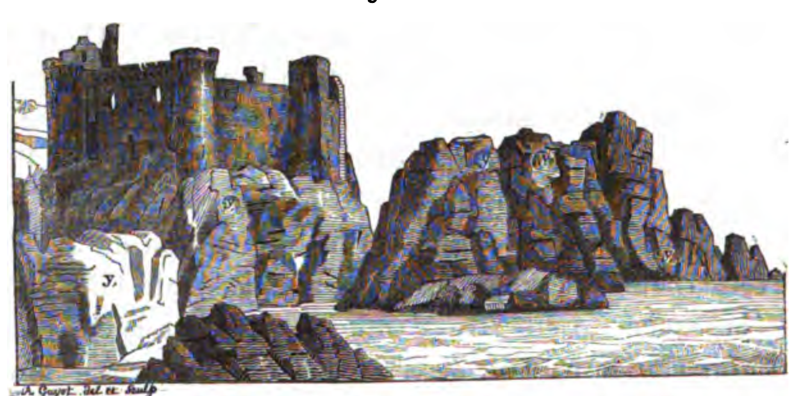


Fig. 22.



Disposition du gneiss au château de l'Isle-Dieu.

y. Gneiss.

Le feldspath que contiennent le granite et le gneiss est quelquefois décomposé et passe à l'état de kaolin. M. Fournel[1] cite plusieurs amas considérables de cette substance à la Vazonière, au S. O. de Scillé, et dans les bois du Plessis-Robineau, au N. O. de la Châtaigneraie. Dans la première de ces localités, l'amas de kaolin, complétement encaissé dans le

[1] *Étude des gîtes houillers et métallifères du Bocage vendéen*, par Henry Fournel, ingénieur des mines, pag. 20 et 67.

gneiss, a une épaisseur de plus de 800 mètres. M. Fournel a fait fabriquer à Sèvres plusieurs vases avec le kaolin de Scillé; ils ont fort bien réussi. Cette formation de granite et gneiss alterne quelquefois avec de véritables schistes micacés. On observe ce passage quand on suit le cours de la Mère depuis Vouvant jusqu'à Mervant.

Du schiste micacé.

Le schiste micacé et le schiste talqueux, que nous avons désignés comme indépendants des granites, forment deux bandes parallèles : l'une, au N. du massif granitique, est très-continue, fort épaisse et sans aucun mélange de granite. Cette roche y ressort seulement en quelques points, comme près de la tour Landry et à Saint-Pierre-des-Champs, entre Vihiers et Thouars, où elle forme des mamelons isolés. Au S., le micaschiste alterne avec des couches de gneiss; mais ces deux roches ont une stratification très-distincte du N. O. au S. E. Ces couches plongent généralement vers le S., sous un angle de 75 degrés. Dans l'étendue occupée par les terrains de gneiss et de schiste, on trouve du granite qui perce le terrain, savoir : près de la Châtaigneraie, à Creil-de-Bournezeau et à Avrillé.

Il forme deux bandes.

Le granite non associé au gneiss présente plusieurs variétés; cependant, le plus ordinairement, il est composé de feldspath légèrement rosé, de gros grains de quartz hyalin gris et de mica noir peu abondant. Tel est celui exploité aux carrières de la Grolière, près et au N. de l'Absie. Ce granite est généralement fort beau; mais quelques parties ont moins d'éclat et prennent une teinte rousse par la décomposition du feldspath. Cette altération est quelquefois très-prononcée et change le granite en une roche terreuse, comme, par exemple, à la Monhée près Chantonay. Il ressemble alors à de l'arkose; et on pourrait facilement le confondre avec cette dernière roche, si on n'observait pas son passage à du granite bien caractérisé. L'état du quartz, qui est anguleux et vitreux, peut aussi servir à le distinguer. Dans l'arkose, les grains de quartz sont, en outre, beaucoup plus abondants que dans le granite altéré.

Ce granite n'est, ainsi que nous l'avons déjà dit, associé, ni avec du gneiss, ni avec du schiste micacé. On voit les roches schisteuses et même les calcaires reposer sur ce granite sans aucun intermédiaire. La séparation du calcaire jurassique et du granite à l'E. de la Vendée, depuis Saint-Varent jusque dans les environs de Parthenay, nous offre des exemples de cette disposition. Les premières couches de calcaire jurassique sont même à l'état

d'arkose. Comme dans les environs d'Alençon, elles sont formées de sables granitiques solidifiés par des infiltrations de calcaire jurassique.

Postériorité du granite sur le gneiss.

Dans plusieurs localités, cette variété de granite pénètre dans le gneiss et dans le schiste micacé. Nous citerons particulièrement l'exemple remarquable de pénétration que nous avons observé près d'Argentan, à quatre lieues à l'O. de Thouars. Le granite, qui est à gros cristaux de feldspath rose et se désagrége facilement, coupe les couches de schiste micacé sur une longueur de plus de 40 mètres; il y forme plusieurs ramifications, qui divergent comme les doigts de la main, et embrassent dans leur envergure environ une soixantaine de mètres. Ces veinules de granite, dont nous avons compté jusqu'à sept, ont seulement quelques pouces de puissance; elles forment, à la surface du sol, des arêtes légèrement saillantes, tandis que le schiste micacé, dont les tranches sont verticales, n'est visible que dans les fossés qui bordent un petit bois. Mais, d'après la direction des couches, qui est O. 24° N., E. 24° S., il est certain que ces petits filons de granite coupent les couches du schiste micacé sous des angles très-prononcés.

Schiste micacé associé au terrain de transition.

Les schistes micacés, qui appartiennent à la bande N., passent, par degrés insensibles, au terrain de transition des bords de la Loire, que nous décrirons bientôt avec quelques détails. Sur presque toute la surface de la Vendée, ces terrains schisteux perdent leurs caractères particuliers, et il nous paraît, dès lors, suffisant de les indiquer sommairement dans ce moment. Les couches de grès qui marquent, en Normandie et en Bretagne, la séparation des terrains cambrien et silurien, manquent, en outre, dans toute la Vendée; et leur absence nous prive de l'horizon géognostique qui nous a été si utile pour la classification de ces deux terrains de transition. Toutefois la régularité de la stratification des schistes talqueux et micacés du Bocage, constamment comprise entre O. 18° N., E. 18° S., et O. 30° N., E. 30° S., nous fait présumer qu'il faut les associer au système silurien. Ces schistes micacés contiennent des veines assez puissantes de quartz blanc laiteux. Près du pont de la Vrine sur le Thouars, ce schiste micacé est amphibolique : cette circonstance est, ainsi que nous le dirons, très-fréquente dans le schiste micacé des environs de Nantes.

Sur le versant S. de la chaîne granitique qui traverse diagonalement la Vendée, le schiste micacé passe également, par une dégradation insensible, au schiste argileux : il est, dès lors, très-probable que, sur ce versant comme

sur les frontières de la Bretagne, le schiste micacé en formation indépendante est une roche métamorphique. On voit particulièrement ce passage dans les environs de Vouvant. Les schistes, généralement de couleur claire, sont gris verdâtre et talqueux; leur éclat est soyeux. Près de Montigny, ils passent à un schiste coticule de couleur claire et d'une structure très-fine. Ces schistes forment une chaîne parallèle à la direction de la chaîne granitique. Elle passe par Faymoreau, Puy-de-Serre, Bourneau, Cairoux, Saint-Philbert-du-Pont-Charrault, etc., etc. La stratification des schistes micacés et des schistes argileux auxquels ils sont associés est également parallèle à cette direction. Cette constance dans la stratification des couches et les dislocations du sol est un des faits les plus remarquables, par le peu d'exceptions qu'elle présente : il est évident que cette disposition tient à ce que les schistes micacés sont des roches stratifiées, qui ont été modifiées par l'arrivée au jour des roches cristallisées. Ces schistes, malgré leur grande inclinaison, sont rarement contournés en grand; mais les contournements en petit y sont très-fréquents. Ils sont traversés par des veines et des filons de quartz blanc, qui courent dans toutes les directions. Sur quelques points, comme à Autigny, ces veinules et filons de quartz deviennent d'une abondance extrême et fournissent des blocs qui ont jusqu'à plusieurs pieds cubes; mais c'est surtout au rocher de la Châtaigneraie, aux rochers de Cheffois, de Mouilleron, et sur les bords du Lay, au N. O. de Sainte-Hermine, que ces veines siliceuses prennent un développement énorme. Quelquefois ces quartz sont grenus et même un peu feuilletés, comme aux rochers de Cotillan; mais le plus ordinairement ils sont laiteux.

Minerai de fer dans le schiste micacé.

Le schiste devient souvent ferrifère : près de Bourbon, il passe à un véritable minerai de fer. Dans cette localité, le banc ferrifère, dont la direction, comme celle du terrain, est O. 36° N., E. 36° S., se prolonge sur plus d'une lieue de longueur, de la Chauvière à la Termelière. Ce minerai, composé d'un fer oxydé hydraté hématoïde, est disposé en veines alternatives avec un schiste talqueux jaunâtre et un schiste argileux noirâtre; il forme, en outre, au milieu de ceux-ci, des amas plus ou moins considérables : de là deux variétés de ce minerai, l'une schisteuse et l'autre massive. Toutes deux sont assez riches pour être traitées avec avantage, et assez abondantes pour alimenter une usine pendant de longues années; mais leur nature très-siliceuse les rend d'une fusion difficile. La grande quantité de scories qu'on

trouve répandues çà et là dans les environs de ce gisement nous apprend qu'il a jadis été exploité.

Schiste micacé associé à de la graüwacke.

Dans quelques points, les schistes argileux sont assez fissiles pour donner de l'ardoise, il est vrai, d'une qualité médiocre. On en a exploité à une petite distance de Bourbon, entre cette ville et le hameau de la Chaise. Il existe aussi des recherches d'ardoise au Poiroux, près de Saint-Hilaire-de-Talmont. Au point le plus septentrional du grand Lay, là où cette rivière se détourne pour couler sensiblement du N. au S., on voit les schistes, toujours dirigés du N. O. au S. E., prendre une teinte verte assez foncée, et alterner avec une graüwacke, qui, examinée à la loupe, paraît être composée de très-petits grains de quartz empâtés dans du feldspath. Ce passage du schiste talqueux à la graüwacke et au schiste argileux noir, quoiqu'on n'ait trouvé aucun fossile dans ces différentes roches, confirme la supposition que nous avons faite qu'il appartient également au terrain de transition.

Affleurements d'anthracite.

M. Fournel indique des affleurements d'anthracite [1] dans ce schiste noir. « Les schistes de Pultaut, dit-il, diffèrent de la plupart de ceux de la con« trée par leur coloration très-foncée, tirant au noir; et, si de Pultaut on « marche au N., on arrive bientôt au village de Laumondière, où j'ai re« marqué des affleurements d'anthracite. Il paraît que l'on a trouvé de sem« blables indices en approfondissant une pièce d'eau qui est dans le parc de « Pultaut, parc dont l'extrémité N. E. est sur le schiste noir, tandis que son « extrémité S. O. est sur le calcaire. »

Au-dessus de ces schistes et associés avec eux, on trouve, au N. E. de Coulonges, un poudingue composé de fragments de quartz laiteux, empâtés par un ciment de nature également siliceuse. Dans quelques parties, les fragments se fondent dans la masse et donnent à la roche une apparence d'homogénéité. Aux environs d'Ardin et de Xaintray, ce poudingue alterne avec des schistes talqueux, et sa pâte est elle-même talqueuse; à Vildé, sur le bord de l'Antise, et au hameau de la Gâconnière, on en tire des pavés d'échantillons pour les villes de Niort et de la Rochelle.

Poudingue et calçaire.

Intercalé dans les poudingues précédents et au même hameau de la Gâconnière, on voit du calcaire qui forme une suite de rochers saillants dirigés du N. O. au S. E.; il plonge de 75 degrés vers le S. O. La masse du

[1] *Étude des gîtes houillers, etc., du Bocage vendéen*, pag. 23.

calcaire est d'un noir assez foncé; il est traversé par des veines blanches de calcaire spathique, ce qui lui donne de l'analogie avec le marbre Sainte-Anne. Il existe aussi des blocs d'un gris cendré; quelques autres sont mélangés de gris et de rouge : cette dernière variété de marbre est rare. On trouve, dans le calcaire de la Gâconnière, à peine quelques indications de fossiles; cependant nous avons vu des fragments de polypiers et deux ou trois orthocères appartenant à des espèces fort petites. Ces fossiles ne sont pas assez caractéristiques pour déterminer d'une manière précise l'âge du terrain de transition de la Vendée; mais, d'après l'ensemble des roches, qui comprend, à la fois, des schistes tégulaires, des schistes noirs à anthracite, des poudingues semblables à ceux du terrain silurien, et le calcaire qui se rapproche de celui de Sablé, nous croyons devoir le classer, en grande partie, dans le terrain silurien.

Il existe encore dans la Vendée plusieurs roches cristallines autres que celles que nous avons déjà indiquées : les principales sont des porphyres quartzifères, des amphibolithes et des serpentines.

Porphyres quartzifères.

Les porphyres quartzifères forment exclusivement des filons ou des amas. On en voit des masses assez considérables, au N. des Sables-d'Olonne, près de la Gachère, qui sortent au milieu du terrain de transition; près de Bourbon-Vendée, cette roche se montre encore en plusieurs points; le château de Thouars est également sur cette roche : dans cette dernière localité, le porphyre forme un amas puissant qui altère la direction générale du schiste micacé. Sous le château même, la direction de cette roche est S. 18° O., N. 18° E., tandis que, depuis Beaupréau jusqu'à Thouars, les couches de schiste micacé sont presque constamment ordonnées de l'O. 20 à 30° N. à l'E. 20 à 30° S.

Amphibolithes.

Les roches amphiboliques se présentent dans deux circonstances différentes : à Pouzauge, au moulin Albert et près de Machecoul, elles alternent avec les gneiss et les granites; elles sont alors contemporaines de ces formations; souvent même le gneiss passe à des roches amphiboliques schisteuses par la substitution de l'amphibole au mica. Mais, dans beaucoup de circonstances, les amphibolithes sont étrangers au terrain ancien, et y ont été introduits postérieurement : on en voit qui appartiennent à ce second gisement, au sommet des coteaux élevés qui encaissent le grand Lay, des deux côtés du Pont-Charron. Les amphibolithes qui existent entre la Marzelle et



le moulin Chadeau, sur les bords du petit Lay, et ceux du port Saint-Père, près du lac de Grand-Lieu, sont également postérieurs au terrain de schiste micacé. Au port Saint-Père, la roche amphibolique forme une proéminence, sur laquelle sont placés les moulins construits à la porte de cette ville. Elle est schisteuse; mais la direction de ses lits n'est pas parallèle à celle du schiste micacé, qui est O. 25° S., E. 25° N. Elle est composée presque exclusivement d'amphibole; elle contient de l'asbeste et des cristaux de grenats. Souvent les amas d'amphibolithe sont formés de la réunion d'une multitude de petits cristaux d'amphibole et d'albite, qui se croisent dans tous les sens. Nous présumons que ces roches ont été épanchées à la même époque que les amphibolithes de la Bretagne; mais cependant nous ne possédons aucune observation assez positive pour en déterminer l'âge. Il doit être fort moderne, attendu que, dans les environs de Niort, le calcaire jurassique, partout en couches horizontales, est dérangé au contact d'un amas de roches amphiboliques.

Serpentines. Les serpentines, abondantes dans les montagnes anciennes du centre de la France, font une simple apparition dans la Vendée, et paraissent n'exister ni dans la Bretagne, ni dans la Normandie. M. Fournel[1] en cite une bande sur la rive gauche du grand Lay, qui, prolongée vers le S. E., irait rencontrer les gîtes de serpentine de la Haute-Vienne, de la Corrèze et de l'Aveyron, décrits par M. Cordier[2] dès 1807 et par M. Allou en 1827[3]. Cette serpentine, mal caractérisée, passe souvent à un quartz verdâtre mélangé de serpentine, et même à un porphyre quartzifère. Nous avons vu plusieurs gisements de serpentine près du lac de Grand-Lieu, notamment à Bouaye, à Passay, sur le côté E. du lac, et au Landa, à une lieue à l'E. de ce dernier point. Il n'existe aucune liaison apparente entre ces différents amas : il est néanmoins probable qu'ils communiquent entre eux. Dans les deux dernières localités, la serpentine sort au milieu des alluvions qui recouvrent cette plaine basse; mais, à Bouaye, elle forme un petit monticule isolé au milieu du gneiss. Cette roche, sur laquelle est bâti le prieuré, pré-

[1] *Étude des gîtes houillers, etc., du Bocage vendéen*, pag. 25.

[2] *Notice sur la carrière de serpentine de Cahus* (*Lot*), par M. Cordier, inspecteur général des mines. (*Journal des mines*, t. XXII, pag. 51.)

[3] *Sur la carrière de serpentine de la Roche-Abeille*, par M. Allou, ingénieur en chef des mines. (*Annales des mines*, 1re série, tome II, pag. 339.)

sente des directions très-anomales; ses lits, constamment orientés de l'O. 30° N. à l'E. 30° S., depuis Machecoul, nous ont donné les directions suivantes : E. 44° N., E. 27° N., E. O., E. 25° S. Il semblerait, d'après ces angles, que la masse de serpentine a soulevé le gneiss et a forcé ses feuillets à s'incliner sur son pourtour.

Minerais métalliques.

Les terrains anciens et les terrains de transition du groupe de la Vendée sont, à l'exception du fer, peu riches en minerais utiles. On ne connaît qu'un gisement de plomb sulfuré, au lieu dit l'Essart, commune de Saint-Hilaire-de-Talmont, et un d'antimoine à la Ramée, commune de Boupère, canton de Pouzauge : ces deux mines sont abandonnées depuis longtemps. L'exploitation du plomb ne paraît pas avoir été jamais bien active; celle de l'antimoine doit, au contraire, avoir eu anciennement une certaine importance, à en juger par la quantité de scories qui existent encore sur les lieux. Le sulfure d'antimoine y est disséminé dans un filon de quartz blanc laiteux, qui court de l'E. à l'O. et incline de 50° vers le N. La puissance du filon n'excède pas 0m33.

Dans la Bretagne et dans la Normandie, les terrains anciens et les terrains de transition sont assez bien séparés, et forment, comme nous l'avons indiqué au commencement de ce chapitre, des bandes distinctes. Les terrains de transition y recouvrent, en outre, des surfaces très-étendues, et leur épaisseur est souvent considérable, de sorte qu'on peut facilement en étudier tous les caractères et y établir des divisions : toutefois les modifications que ces terrains paraissent avoir éprouvées au contact des roches cristallines rendent quelquefois difficile la reconnaissance des limites entre les terrains anciens et les terrains de transition. Cette difficulté nous a engagés à réunir dans le même chapitre la description de ces deux terrains, si constamment entrelacés : néanmoins nous aurons soin de consacrer un paragraphe particulier à chacun de ces terrains.

Terrains anciens de la Bretagne.

Des terrains anciens. Les principales roches qui composent ces terrains sont des granites, des gneiss, des syénites, des schistes micacés, des schistes talqueux, des schistes amphiboliques, des schistes maclifères et des pegmatites. Ces roches ne sont pas associées toutes ensemble; quelques-unes même se trouvent dans des conditions très-différentes : les pegmatites forment des filons dans les granites et sont, par conséquent, postérieures à ces roches; les schistes micacés et talqueux, placés constamment à la limite des terrains



de transition et des terrains anciens, appartiennent presque toujours aux premiers, et leur état cristallin tient à leur position. Cependant il existe certains micaschistes, passant d'une manière insensible au gneiss, pour lesquels il est difficile de supposer cette origine. Les schistes amphiboliques offrent constamment un passage au schiste micacé, par suite du remplacement du mica par l'amphibole. Les schistes maclifères sont, dans tous les cas, des roches de transition modifiées. Enfin la syénite est un granite dans la composition duquel il entre de l'amphibole.

Du reste, le granite est de beaucoup la roche dominante; mais il se présente avec des caractères et des associations très-divers, et, sous ce rapport, il est nécessaire d'en distinguer deux espèces.

L'une contient des couches subordonnées de gneiss, de micaschiste, de granite et de gneiss talqueux.

Dans la seconde, le granite est seulement associé avec de la syénite; il ne renferme aucune couche subordonnée ayant la structure schisteuse; en outre, ce dernier est constamment à gros grains, ou du moins il contient de grands cristaux de feldspath qui lui donnent de l'analogie avec certains porphyres : aussi nous le désignerons sous le nom de *granite porphyroïde*.

La première espèce de granite constitue principalement les côtes, tandis que le granite porphyroïde forme exclusivement la ligne de faîtes qui sépare la Bretagne de la Normandie.

Le granite est de deux espèces.

Le granite des côtes est, en général, à grains fins, composé de feldspath blanc grisâtre et de mica bronzé. Son passage au gneiss est si fréquent, qu'il est presque impossible de tracer les limites entre ces deux roches : aussi nous avons cru devoir, comme pour les montagnes du centre de la France, désigner cette formation par le double nom de granite et de gneiss. Souvent même ce granite, sans présenter l'aspect rubané qui caractérise le gneiss, est cependant schisteux, de sorte qu'il forme de véritables bancs. Presque tout le granite du Morbihan possède cette structure particulière, qui le rend d'un usage très-commode pour les constructions, parce qu'elle permet d'obtenir des pierres de taille de grandes dimensions. C'est dans cette formation de granite que l'on a trouvé les veines d'étain de Piriac; il contient aussi plusieurs autres minéraux, qui paraissent appartenir aux terrains les plus anciens du globe. Le gneiss, le micaschiste et le schiste talqueux, associés à cette formation de granite,

Granite et gneiss.

sont très-souvent mélangés d'amphibole, de tourmaline et de grenats. L'amphibole remplace quelquefois le mica, et le schiste micacé passe au schiste amphibolique : les environs de Nantes offrent de nombreux exemples de ce passage. Il est nécessaire de distinguer ces schistes amphiboliques des amphibolithes, qui forment, tantôt des filons, tantôt des masses enclavées irrégulièrement au milieu des terrains, et en dérangent la stratification. Les amphibolithes n'appartiennent pas à la même époque géologique que le schiste, et le rôle qu'ils jouent dans la constitution du pays est très-différent. Les schistes amphiboliques ne se rattachent à aucune dislocation particulière, tandis que les mamelons d'amphibolithe, répandus avec tant de profusion sur le sol de la Bretagne, ont, au contraire, toujours produit des dislocations partielles qu'il est facile de constater.

Granite porphyroïde.

Le *granite porphyroïde* contient ordinairement deux feldspaths différents : l'un, d'un gris bleuâtre ou blanc, forme des cristaux assez grands, qui donnent à la roche sa structure particulière ; l'autre, presque toujours rosé, constitue la pâte même de ce granite. Ses caractères extérieurs suffisent ordinairement pour le distinguer du granite le plus ancien ; mais la circonstance essentielle qu'il présente est d'être complétement dépourvu de roches subordonnées. On voit, liés à sa limite avec les terrains de transition, des schistes micacés et des schistes talqueux ; mais tout porte à associer ces roches schisteuses avec les terrains de transition, et à les regarder comme des parties de ces mêmes terrains qui ont été modifiées. Les schistes micacés de Cancale, ceux de la baie de Saint-Brieuc, les schistes maclifères des forges des Salles, et les schistes à staurotides de Coray, paraissent le résultat de cette action.

Le granite porphyroïde est associé avec des pegmatites, des syénites, du schorl-rock, et plusieurs autres roches feldspathiques ; les syénites du cap de la Hague près Cherbourg, de Coutances, du cap Frehel, de Lanmeur, etc., appartiennent à cette seconde espèce de granite.

La différence de nature que nous venons de signaler, entre les granites de la côte et ceux du centre de la Bretagne, se rattache à une différence d'âge : les granites à grands cristaux sont toujours les plus modernes ; ils pénètrent constamment dans les granites à grains fins. Près de Montallot, entre Tréguier et Guingamp, cette disposition est assez prononcée ; le granite porphyroïde y forme des filons dans le granite à grains fins et à mica noir.

Des grenats assez nombreux, que contient le premier granite, rendent la pénétration très-marquée. Près de Lesneven, le granite à grands cristaux pénètre dans le gneiss de la rade de Brest, et en coupe les feuillets assez obliquement. Cette disposition est également très-marquée à Porspoder. Fréquemment, en outre, dans cette partie de la Bretagne, le granite porphyroïde contient des fragments anguleux de gneiss : on en voit beaucoup d'exemples dans le granite des bords de la rivière Laber, au N. du Conquet, qui a été employé à Brest dans la construction de l'hôpital.

Age relatif des deux espèces de granite.

Le granite porphyroïde est donc postérieur au granite à petits grains, et, par suite, aux terrains de transition. Cette dernière circonstance peut se prouver directement, attendu que le premier granite forme assez fréquemment des filons dans le terrain de transition. M. Hérault, ingénieur en chef des mines[1], a cité depuis longtemps, dans les mémoires qu'il a publiés sur la géologie du Calvados et de la Manche, les filons de granite et de pegmatite qui, à Vire, coupent le schiste micacé, formant les premières assises du terrain de transition. Le cap Rozel, situé sur la côte O. du département de la Manche, à 15 lieues environ au N. de Granville, en fournit un exemple encore plus prononcé. Le granite y constitue trois filons, qui coupent des couches de schiste noir dont les caractères ne laissent aucun doute sur leur association avec le terrain de transition. Ces filons forment, sur le rivage de la mer, des arêtes saillantes de plus de 300 mètres de longueur; on les voit même se prolonger dans la mer, encore à une assez grande distance de la côte : l'un des filons, qui peut avoir 20 pieds de puissance, est composé d'un granite rose contenant beaucoup de parties verdâtres, analogues à de la serpentine. Le schiste, qui est généralement fissile sur la côte du Cotentin, est très-dur au cap Rozel : il se divise en fragments pseudo-réguliers, à peu près comme le quartz compacte des Alpes. Néanmoins on reconnaît encore, dans les fragments de la roche, la structure schisteuse qui lui est propre; elle contient des cristaux d'amphibole, et elle est comme maculée de petites taches prismatiques plus claires au centre, lesquelles ont beaucoup d'analogie avec des macles.

La postériorité du granite porphyroïde, relativement au terrain de tran-

[1] *Mémoire sur les terrains du département du Calvados*, par M. Hérault, ingénieur en chef au corps royal des mines. (*Annales des mines*, 1re série, t. IX, pag. 553.)

sition, est donc certaine; mais nous ne possédons pas de données assez positives pour fixer complétement son âge géologique : il est néanmoins probable que ce granite est assez moderne, attendu que le terrain houiller de Quimper, dont les couches sont contournées dans tous les sens, paraît avoir été bouleversé par des roches qui en dépendent.

Porphyres quartzifères.

Il existe encore une classe de roches feldspathiques dont nous n'avons pas encore parlé, parce qu'elle est indépendante des granites : ce sont les *eurites* ou *pétrosilex,* tantôt purs, tantôt mélangés de cristaux de quartz, et que nous avons, par cette raison, désignés, dans la légende de la carte géologique, sous le nom de *porphyres quartzifères,* quoique, dans beaucoup de circonstances, cette roche ne possède pas la texture porphyrique. Près de Huelgoat, c'est une roche compacte, d'un gris clair, à cassure esquilleuse, contenant des cristaux de quartz gris, terminés des deux côtés. A Poullaouen, à Gourin, dans les environs de Rennes, elle se présente avec les mêmes caractères : dans cette dernière localité, on l'a confondue longtemps avec le granite; mais l'absence de mica ne laisse aucun doute sur sa nature. Souvent aussi ces porphyres se présentent sous forme d'argile endurcie, sans éclat, mais veinée de différentes couleurs : ils sont alors fendillés et même columnaires. Les carrières ouvertes à Saint-Géréon, sur la route de Nantes à Caudes, affectent cette disposition. Le porphyre y est homogène, ne contient pas de cristaux de quartz, et est, pour ainsi dire, réduit à sa pâte.

On voit fréquemment des amygdaloïdes au contact de ces porphyres et des terrains de transition; les environs de Paimpol en présentent un exemple remarquable. Le rocher qui forme la pointe du Guilben, laquelle sépare la baie de Paimpol de celle de Beauport, est, en grande partie, à l'état amygdalaire; mais il existe un passage successif si prononcé entre ces amygdaloïdes et les schistes argileux de transition, qu'il est naturel de regarder les amygdaloïdes comme des roches produites par l'altération des schistes de transition. Du reste, dans plusieurs localités, ce passage est tellement certain, notamment aux moulins de Saint-Clément, sur les bords de la Loire, près d'Angers, et à la butte des Touches, qu'on peut regarder comme un fait général en Bretagne que les amygdaloïdes sont des roches métamorphiques.

Contact

Le contact des porphyres quartzifères et des terrains de transition est

des porphyres quartzifères et des terrains de transition.

aussi constamment marqué par des accidents dans la stratification, qui montrent que ces porphyres ont été introduits postérieurement dans ces terrains. On trouve à chaque pas, en Bretagne, des preuves de cette introduction; nulle part elles ne sont plus certaines ni plus nombreuses que sur les bords de la Loire. Les porphyres y forment une série de collines alignées dans le sens de la stratification : on pourrait croire qu'elles appartiennent à des crêtes saillantes d'une même couche; mais cette apparence de régularité disparaît devant le plus léger examen. La présence de chacune de ces collines est, en effet, marquée par des dislocations dans le terrain anthraxifère, dont les couches sont toujours interrompues et brouillées à la proximité de ces roches ignées. Cette dislocation des couches est presque toujours, en outre, accompagnée par une altération dans leur nature, et le terrain de transition présente, au contact des porphyres, des caractères qui ne lui sont pas habituels. Le schiste argileux est devenu luisant et satiné; dans quelques parties, il est talqueux ou micacé, et contient des cristaux de feldspath ou des macles. Enfin les couches d'anthracite, coupées par les porphyres, paraissent avoir éprouvé une chaleur considérable : ainsi, dans la mine de la Haye-Longue, on voit, dans plusieurs rejets occasionnés par le porphyre, le charbon passé à l'état de graphite; les argiles schisteuses qui l'accompagnent sont durcies et fendillées dans tous les sens.

Le porphyre quartzifère, qui forme les mamelons que nous venons de mentionner sur les bords de la Loire, est presque toujours accompagné d'amygdaloïdes; mais ce qu'il y a de particulier, c'est que cette roche est plutôt associée au schiste et à la graüwacke qu'au porphyre même : elle forme une zone intermédiaire entre les roches évidemment éruptives et celles de sédiment; elle possède, en partie, la structure cristalline des premières et la schistosité des secondes. Il nous paraît évident, d'après ces circonstances, que les amygdaloïdes ont une double origine, ou, autrement dit, que ce sont des roches du terrain de transition qui ont subi une modification dans leur texture par l'action des porphyres. Dans presque tous les points où les porphyres quartzifères se sont fait jour, on observe ce double caractère; mais nulle part il n'est plus développé qu'au village de Saint-Clément-de-la-Leu. La butte de porphyre sur laquelle sont construits les moulins est, ainsi que le représente le dessin, isolée de toutes parts. Le schiste S et la graüwacke G se relèvent vers cette butte. Une amygdaloïde A se trouve

interposée entre le schiste et le porphyre P ; elle est grossièrement schisteuse, et contient des nodules assez nombreux : la plupart sont de même nature que la pâte, mais quelques-uns sont de chaux carbonatée. Les premières couches de schiste sont maculées de parties blanchâtres, qui forment une saillie légère quand la roche se décompose.

Fig. 23.



Disposition de l'amygdaloïde aux moulins de Saint-Clément-de-la-Leu.

A. Amygdaloïde. P. Porphyre.
G. Graüwacke schisteuse. S. Schiste argileux.

Les circonstances que nous venons d'indiquer, sur le contact du porphyre quartzifère et du terrain de transition, prouvent avec évidence que cette roche a été introduite dans le terrain de sédiment. Quant à son âge géologique, il est déterminé par les phénomènes particuliers qui accompagnent sa présence à la mine de houille de Littry. Dans cette localité, le porphyre vient au jour dans la forêt de Cerisy, et on voit les couches du terrain houiller reposer en assises horizontales sur cette roche : la même disposition a été reconnue dans les travaux souterrains de cette mine. M. Hérault, auquel nous devons cette observation importante, annonce, en outre, que le poudingue du terrain houiller contient de nombreux galets de ce porphyre. Cette roche est donc postérieure aux terrains de transition, et antérieure au terrain houiller.

Il résulte de la comparaison de ces faits nombreux que les roches cristallines ont apparu en Bretagne postérieurement au dépôt des terrains de transition, et à des époques différentes, qui correspondent aux perturbations que nous avons signalées.

Époques de l'arrivée au jour des roches cristallines.

Les plus anciennes sont les granites à petits grains, soulevés au milieu de la période des dépôts des terrains de transition, dont ils ont suspendu momentanément la formation. La solution de continuité qui correspond à l'arrivée au jour de ces granites a déterminé une division dans ces terrains

en cambriens et en siluriens. Les granites à petits grains sont associés à du gneiss, du micaschiste, du granite talqueux et du schiste amphibolique.

La direction suivant laquelle ils se sont soulevés est E. 20 à 30° N., O. 20 à 30° S. Les schistes verts du Calvados, des départements de la Manche et de l'Orne, sont tous orientés suivant cette direction.

Les porphyres quartzifères forment la seconde époque des roches cristallines. Ils sont, ainsi que nous venons de le dire, postérieurs à tous les terrains de transition, et antérieurs au terrain houiller; leur apparition a donc posé la limite entre les terrains de transition proprement dits et le terrain carbonifère. La zone suivant laquelle les porphyres quartzifères sont arrivés au jour se dirige E. 12° S., O. 12° N.

La troisième époque est marquée par le granite porphyroïde. Les observations faites en Bretagne ne suffisent pas pour en préciser exactement l'âge: nous savons seulement que son apparition est postérieure au terrain houiller. Ce soulèvement, dont la direction générale est presque E. O., est celui dont on retrouve les traces les plus proéminentes dans toute la presqu'île de Bretagne; les principales chaînes qui la sillonnent sont parallèles à cette direction, et elles semblent avoir été formées par la même cause qui a fait surgir ces granites de l'intérieur du globe. Les masses les plus importantes de granite porphyroïde du Cornouailles et du Devonshire paraissent avoir été soulevées à la même époque. Cette période granitique comprend les granites porphyroïdes, les granites roses à grands cristaux de feldspath, les syénites, les weissteins, les pegmatites et les schorls-rocks.

Les schistes micacés, les schistes talqueux, ainsi que les schistes qui renferment des staurotides, des macles, ou même de simples taches, que l'on observe au contact des granites porphyroïdes, n'appartiennent pas à cette dernière formation; ce sont des roches des terrains de transition, qui ont éprouvé des modifications par suite de ce contact.

Amphibolithes et kersanton.

Pour terminer cette nomenclature des roches ignées, nous ajouterons qu'il existe des amphibolithes de diverses époques, et une roche particulière à la Bretagne, désignée dans le pays sous le nom de *kersanton*. Elle est associée aux amphibolithes, dont elle est, pour ainsi dire, le représentant. Sa composition est mal connue; néanmoins elle nous paraît composée principalement d'amphibole et de mica, en parties finement disséminées. Elle contient souvent des grains ou petits cristaux imparfaits de feldspath; parfois

encore elle fait une légère effervescence avec les acides, et l'on y aperçoit alors quelques lamelles de mica. M. Cordier y a indiqué de la pyrite.

Les gisements de kersanton sont circonscrits à la rade de Brest : on les trouve, à l'O., auprès des falaises escarpées de Quelern; à l'E., dans les anses nombreuses qui déchirent le rivage, depuis la rivière du Faou jusqu'à celle de Landerneau. Presque toujours, le terrain qui environne ces gisements porte des traces incontestables de dérangement, et on est en droit de supposer que ces altérations dans le relief du sol sont le résultat de l'introduction de cette roche.

La facilité avec laquelle on taille le kersanton, sa presque inaltérabilité à l'air, l'ont fait rechercher des constructeurs du moyen âge; et on retrouve constamment cette roche dans la construction de ces églises et de ces chapelles, dont on admire encore, à juste titre, dans la Bretagne occidentale, l'architecture aux détails gracieux, aux formes hardies et élancées.

Les roches d'amphibole constituent, ou des amas quelquefois très-puissants, ou des filons. La montagne du Menez-Bré, au N. O. de Guingamp, qui domine tout le pays, appartient à cette classe de roches. Elle forme un vaste cône de 3,000 mètres de circonférence à sa base, et dont la hauteur est de 301 mètres. La roche est un amphibole lamelleux, contenant parfois quelques cristaux de feldspath, ce qui donne à certains échantillons l'apparence de syénite; mais elle ne contient ni quartz, ni mica. Ce monticule s'élève au milieu du granite porphyroïde. Du côté de Louergat, sur la grande route de Paris à Brest, l'amphibolithe se ramifie en petits filons dans ce granite, ce qui établit sa postériorité sur cette roche, et, par conséquent, son âge très-moderne.

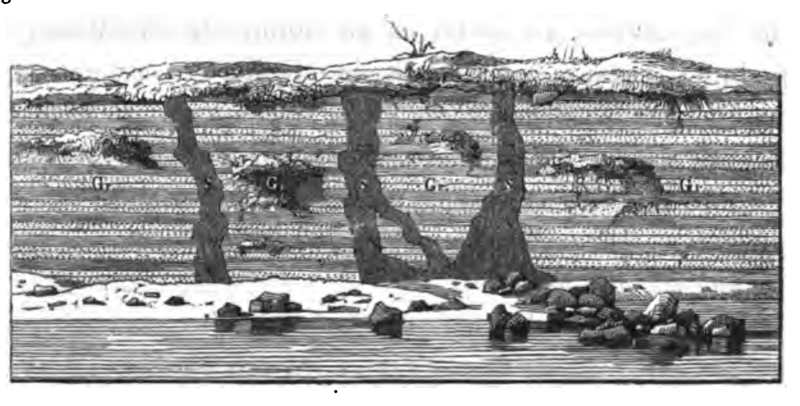
Les filons d'amphibolithe sont nombreux : nous citerons particulièrement ceux des environs de Domfront et du cap Frehel. Le premier, exploité à une demi-lieue au S. de la ville, pour l'entretien de la route de Domfront à Mayenne, présente une puissance de 20 à 25 mètres; il se dirige du N. au S., et coupe à la fois les couches de grès et de schiste qui lui sont associées. Au contact de la roche amphibolique, le schiste est maculé et terreux. La masse du filon se décompose en boules, mais le centre de chacun de ces gros rognons est très-dur et très-résistant : on y distingue quelques lamelles d'albite. Cette roche, par ses caractères extérieurs, se rapproche beaucoup des ophites des Pyrénées.

Filons d'amphibolithe dans le grès.

Au cap Frehel, l'amphibolithe constitue plusieurs filons, qui se ramifient à un filon principal, qui se dirige N. 20° O. Ces filons se dessinent en couleur foncée sur l'escarpement, ce qui permet d'en observer la disposition. L'un d'eux se prolonge fort avant dans la mer, et quelques roches avancées, sur lesquelles la vague se brise constamment, décèlent sa présence et fournissent le moyen d'en prendre la direction. Du côté de la terre, ce filon forme une arête saillante que nous avons suivie sur plus de 400 mètres de longueur : il coupe les couches de grès presque perpendiculairement à leur direction. Sur toute l'étendue où nous avons pu observer le contact de l'amphibolithe et du grès, cette roche a éprouvé une altération prononcée : elle est devenue dure et fragile à la fois; elle est fendillée perpendiculairement à ses strates, et présente l'apparence prismatique. Quant au grain du grès, il n'a éprouvé aucune altération : la chaleur que cette roche a subie, assez forte pour l'endurcir et l'étonner, n'a pas été assez violente pour en changer la texture.

La figure ci-jointe montre la disposition des filons de syénite dans l'escarpement du cap Frehel.

Fig. 24.



Filons de syénite du cap Frehel.

S. Syénite. G. Grès.

La longueur de ces filons, le peu de dérangement produit dans les roches encaissantes, nous apprennent que les amphibolithes sont sortis liquides de l'intérieur de la terre. Cette roche, si fréquente en Bretagne, donne, par sa décomposition, une pouzzolane artificielle de très-bonne qualité. Elle a rendu de grands services pour la construction du canal de Nantes à Brest. Cet emploi en a fait rechercher beaucoup de gisements.

Les roches anciennes contiennent un grand nombre de minéraux variés: les uns sont disséminés dans la masse même de la roche, les autres sont en gisements postérieurs au milieu de ces terrains; ils y constituent des filons, des amas ou des petites veines. Parmi les premiers, nous citerons le fer oxydulé disséminé dans les gneiss, et les schistes micacés. Ce minéral paraît exister, en outre, dans presque toutes les roches anciennes qui forment les côtes du Morbihan : on le trouve avec abondance dans les sables rejetés constamment par la mer; nous en avons recueilli une grande quantité à Saint-Nazaire, petite ville située à l'embouchure de la Loire, à Piriac, à la Roche-Bernard, à Lorient, etc. Le fer oligiste est également disséminé dans les roches schisteuses liées au granite; il remplace, dans quelques circonstances, le mica, de sorte que le schiste micacé devient une véritable *itacolumite*. On exploite un puissant amas de cette roche à Perni, dans la commune de Saint-Gildas. On trouve encore, au milieu de ces roches anciennes, une grande quantité de cristaux de spinelle, quelques zircons et des émeraudes d'un gris verdâtre clair; ces émeraudes, qui ont ordinairement plusieurs pouces de longueur, sont opaques, et semblables à celles qui existent avec tant d'abondance près de Limoges. Les grenats et les tourmalines sont également très-fréquents dans les schistes micacés. Nous ne citons ni les staurotides, ni les macles, parce que ces deux minéraux sont disséminés dans des schistes micacés qui nous paraissent ne pas appartenir aux terrains anciens : c'est ainsi que le beau gisement de staurotides de Coray, malgré le complet état cristallin de la roche, dépend probablement du terrain de transition. Quant aux macles des forges des Salles, qui enrichissent toutes les collections, l'association au terrain de transition du schiste qui les contient est certaine, M. Boblaye y ayant découvert des fossiles[1].

Minéraux variés disséminés dans le granite.

Parmi les substances en filons, nous distinguerons particulièrement le quartz et l'étain oxydé. Les filons de quartz sont très-nombreux; ils traversent, à la fois, le granite, le gneiss et le schiste micacé. Ces filons sont beaucoup plus abondants dans le granite à petits grains et dans le gneiss que dans le granite à gros grains; ils y sont surtout beaucoup plus puissants, et leur manière d'être prouve qu'ils sont postérieurs à cette roche. Dans le granite à gros grains, au contraire, les petits filons de quartz ont plutôt le caractère d'être contemporains à la roche. Cette différence dans la manière

[1] Voir pag. 207.

d'être des filons quartzeux est une confirmation de la postériorité du granite porphyroïde; et la formation de ces filons pourrait peut-être se rattacher à la sortie de cette seconde variété de granite. Le quartz, quoique hyalin, est d'un blanc laiteux; il donne presque constamment, par la percussion, une forte odeur empyreumatique.

L'oxyde d'étain a été reconnu dans deux localités assez éloignées l'une de l'autre: la première, située sur les bords de l'Océan, environ à deux lieues au N. O. de l'embouchure de la Loire, est Piriac, dans le département de la Loire-Inférieure; la seconde est dans la commune de la Villeder, qui dépend du Morbihan.

Étain oxydé en veinules et en rognons dans le granite de Piriac.

Le gisement de Piriac, découvert en 1816 par M. de la Guerande, a été l'objet de recherches assez importantes que l'administration a fait exécuter en 1818. Ces recherches ont constaté l'existence d'une quantité assez considérable d'étain, puisqu'elles ont produit plus de 2,000 kilogrammes d'étain métallique; mais les gisements explorés sont trop irréguliers pour donner lieu à une exploitation utile. Ces recherches n'ont été entreprises que sur la côte même : il eût été à désirer, ainsi que l'ont indiqué les ingénieurs chargés de ce travail[1], qu'on eût pu faire également des explorations dans l'intérieur des terres.

La côte de Piriac présente la réunion de la formation de granite et gneiss et celle de granite pur. Cette dernière, qui constitue les côtes de la Loire déjà avant Saint-Nazaire, se prolonge jusqu'au delà du port Lerat, et se termine précisément au hameau de Penhareng, où les premières indications d'étain oxydé ont été trouvées. La formation de granite et gneiss, qui succède immédiatement au granite à gros grains, constitue toute la côte jusqu'au delà de l'embouchure de la Vilaine. C'est donc dans cette dernière formation, mais presque immédiatement au contact du granite, qu'existe le gisement de l'étain oxydé. Il s'y trouve de deux manières distinctes: 1° dans des filons de quartz hyalin laiteux; 2° en nids, dans le gneiss. Dans ce dernier gisement, le gneiss est presque toujours altéré; son feldspath, devenu terreux, est à l'état de kaolin. Cette dernière substance n'est pas répandue d'une manière régulière dans le gneiss; elle y forme elle-même des amas, au milieu desquels l'étain oxydé s'est, pour ainsi dire, concentré : c'est ce second

[1] *Rapport sur les recherches et les essais de la mine d'étain de Piriac*, par MM. Juncker et Dufrénoy, ingénieurs des mines. (*Annales des mines*, 1re série, t. IV, pag. 21.)

gisement qui seul a donné des cristaux d'étain oxydé. Dans les filons de quartz, l'étain forme aussi des rognons isolés et disséminés d'une manière irrégulière; mais la présence du kaolin n'y existe plus. Il est remarquable, du reste, que le minerai d'étain ne se retrouve pas indifféremment dans tous les filons quartzeux; il est disséminé principalement, on peut même dire exclusivement, dans les filons disposés dans le sens de la stratification du gneiss, tandis que les grands filons quartzeux qui s'étendent à des distances assez considérables, en coupant transversalement les feuillets du gneiss, en paraissent dépourvus. L'étain serait donc essentiel au terrain de gneiss, et cette disposition fait très-bien comprendre pourquoi on n'a pas trouvé de sable stanifère sur la côte S. de Piriac, qui est toute granitique, tandis qu'il est abondant lorsqu'on marche vers l'embouchure de la Vilaine. Cette observation, si elle est exacte, pourra servir de guide, dans le cas où on aurait l'intention de faire de nouvelles recherches sur ce gisement à peine exploré.

Les nids d'étain n'ont que quelques pouces de puissance; ils sont très-clair-semés, même dans les parties les plus riches : cinq mois de recherches, dans lesquelles plus de 400 mètres de tranchées ont été ouverts sur dix à douze filons où l'étain avait été reconnu, n'ont produit que 230 kilogrammes de minerai.

Malgré le peu d'encouragement que doivent donner ces recherches, l'étain doit cependant se trouver avec quelque abondance près du rocher connu dans le pays sous le nom de Tombeau d'Almanzor, et qui s'élève au-dessus de l'eau à pleine mer; car le sable de la plage, fort riche près de ce point, renfermait, outre le minerai à grains fins, qui peut avoir été transporté d'assez loin, des cristaux d'étain oxydé à peine arrondis et dont quelques-uns avaient deux pouces de long.

Le minerai d'étain obtenu par le lavage contenait plus de 30 p. o/o de petits cristaux de zircon, parfaitement caractérisés par leurs formes. Il était également mélangé de spinelle, de fragments de tourmaline et de fer oxydulé. Nous ajouterons que plusieurs émeraudes, semblables à celles de Limoges, ont été trouvées dans le gneiss de Piriac, de sorte que cette localité nous offre un exemple remarquable de l'abondance de minéraux cristallisés à la jonction de la formation de granite et de celle de granite et gneiss.

La seconde localité où l'on a trouvé du minerai d'étain est au moulin Étain oxydé

de la Villeder. de la Villeder, près le roc Saint-André, dans le département du Morbihan. Le filon de quartz qui sert de gangue à ce minéral a 4 mètres de puissance; il est encaissé dans le granite. Sa direction est N. 34° O., et son inclinaison est de 60° vers l'E. 34° N. La roche du filon est un quartz hyalin fétide, presque toujours incolore, prenant une teinte verdâtre dans les parties qui contiennent des cristaux d'étain. Le quartz se présente ordinairement sans mélange d'autres minéraux; quelquefois il contient une substance verte en petits cristaux peu abondants. En quelques points, le quartz est perforé, comme s'il avait contenu un minéral en aiguilles qui aurait été détruit postérieurement.

Le quartz forme des bancs de 0^{m} 5 de puissance, séparés par des couches de sable de peu d'épaisseur; il renferme des cristaux de quartz brun, dont les axes sont perpendiculaires aux parois du filon.

Dans la partie où l'on a trouvé l'étain, le quartz présente des petits nids d'argile mélangée de fer arsenical, de cristaux d'émeraude et de topaze. Le fer hématite y est, en outre, assez abondant; il forme des petites veines de quelques millimètres d'épaisseur, disposées parallèlement au plan du filon. En suivant la pente du coteau et se dirigeant du moulin vers le N., à 350 mètres environ du filon, le quartz s'unit à la tourmaline. L'étain paraît rare dans le schorl-rock; cependant MM. Lorieux et Blavier, qui ont fait connaître ce gisement d'étain [1], annoncent qu'ils possèdent un échantillon contenant l'étain oxydé associé à de la tourmaline.

Le filon de la Villeder est en entier dans le granite; il ne pénètre point dans les schistes que l'on rencontre à environ 500 mètres du moulin : on s'en est assuré au moyen d'une tranchée faite au N. de la partie où l'on voit encore le filon, et on n'a rencontré que les schistes rouges du terrain de transition.

Le granite est partout à petits grains; le feldspath y est ordinairement très-abondant : il est blanc, jaunâtre ou rougeâtre, en partie décomposé. Le mica est argentin ou d'un noir verdâtre; quelquefois ces deux variétés existent dans le même échantillon.

Des terrains de transition. Les limites de ces terrains et des formations secondaires du bassin du N. de la France suivent, à très-peu de chose

[1] *Note sur un gîte d'étain nouvellement découvert à la Villeder (Morbihan)*, par MM. Blavier et Lorieux, ingénieurs des mines. (*Annales des mines*, 3ᵉ série, t. VI, pag. 381.)

près, une ligne brisée, qui irait de Caen à Alençon et d'Alençon à Angers. Entre ces deux dernières villes, la limite des terrains de transition présente une falaise presque droite, orientée N. 10° E., S. 10° O., et qui est parallèle à la plupart des filons d'amphibolithe que nous avons signalés en Bretagne. Cette concordance de direction nous conduit à supposer que c'est au soulèvement moderne des amphibolithes qu'est dû le relief du rivage que baignait la mer, où se sont déposées successivement les formations jurassiques et les formations crétacées de la Normandie, lesquelles s'appuient en couches horizontales sur les tranches du terrain de transition.

Les terrains de transition forment trois bassins.

Tout le pays à l'O. de la ligne que nous venons de tracer, et jusqu'à la vallée de la Loire, est formé par les terrains de transition ou par les roches primitives, dont nous avons indiqué plus haut les limites. Ces dernières divisent le massif de transition en trois bassins distincts.

Le bassin N., qui comprend en entier le département de la Manche et les frontières O. des départements du Calvados et de l'Orne, s'étend depuis Cherbourg jusqu'à la grande bande de granite que nous avons signalée entre Mayenne et Brest.

Le second s'appuie sur cette même chaîne granitique, et remplit entièrement tout l'espace qui la sépare de la Loire. A l'O., il se termine par un étranglement produit par la jonction de cette chaîne granitique et des montagnes anciennes du Morbihan. Près de la limite N. de ce bassin, qui forme le centre de la Bretagne, existe la ville de Rennes; et nous le désignerons sous le nom de bassin de Rennes, pour le distinguer du bassin de la Manche et de celui du Finistère.

Ce dernier bassin, beaucoup moins étendu que les deux autres, est presque entièrement limité par les montagnes d'Arrez au N., et par les montagnes Noires au S. Ces deux chaînes appartiennent entièrement aux terrains de transition.

Ces trois bassins ne sont pas complétement isolés. Celui de la Manche communique au bassin de Rennes par la petite chaîne de grès de Domfront et de Mortain. Quant au bassin de Rennes, il se ramifie à celui du Finistère par une langue étroite comprise entre Corlay et Rostrenen, la jonction des montagnes anciennes de Brest et de Morlaix avec celles du Morbihan n'étant pas complète.

Schiste modifié

La limite entre les roches anciennes et les terrains de transition est rarement prononcée, à moins que ceux-ci ne soient à l'état de grès. Presque



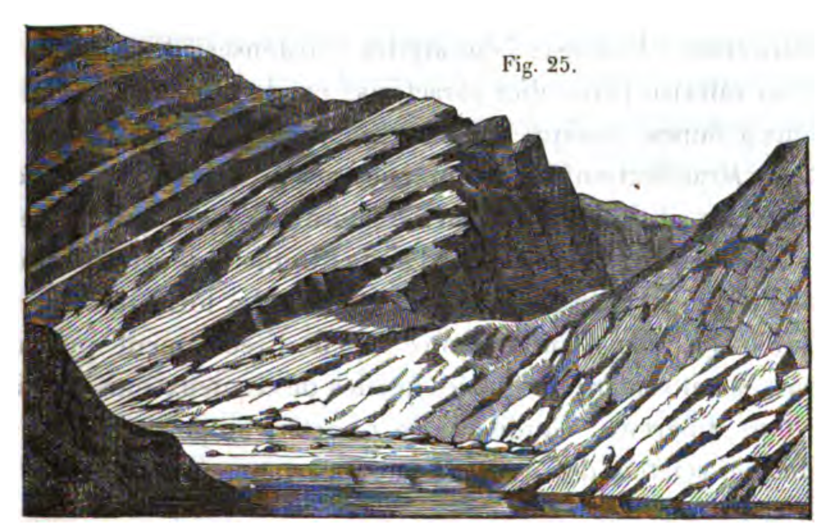
au contact des terrains anciens et des terrains de transition.

toujours cette limite est marquée par la présence de schiste micacé, de schiste talqueux ou de schiste maclifère. Ces schistes ont peu d'épaisseur, et ils forment une bande continue à la séparation des deux terrains, de sorte que leur présence annonce constamment un changement prochain dans la nature du sol. Cette constance dans la position des roches schisteuses cristallines est un des faits les plus remarquables et les plus instructifs. En effet, la diversité de nature des couches des terrains de transition devrait en amener nécessairement une dans les roches qui marquent leur contact avec les terrains anciens; et cependant ce contact est toujours accompagné de la présence du schiste maclifère, roche étrangère à chacun de ces terrains, quand on les trouve isolés l'un de l'autre. Le schiste maclifère existe, il est vrai, quelquefois intercalée avec le gneiss; mais jamais il ne se retrouve dans l'intérieur même des bassins occupés par les terrains de transition, si ce n'est toutefois quand les roches anciennes s'y montrent en îlots isolés, comme sur les bords de la Loire. Une circonstance également remarquable, c'est que les porphyres quartzifères, les amphibolithes et les autres roches ignées présentent souvent aussi, à leur séparation avec les terrains de transition, ces mêmes schistes maclifères si singuliers; de sorte que ces schistes, pour ainsi dire indépendants des terrains, sont, au contraire, constamment liés à la présence des roches ignées, dont ils sont la conséquence immédiate. Ce raisonnement suffit pour faire comprendre le métamorphisme des roches de transition. On peut, du reste, le prouver d'une manière directe, par les passages graduels que l'on observe entre certains schistes micacés et les terrains de transition. En effet, il n'existe que peu de localités où, près de la limite des terrains, les schistes micacés ne présentent une dégradation successive dans leur état cristallin. Au contact du granite, ils contiennent des macles distinctes, tandis que, plus loin, les roches ne sont plus que maculées. Outre ce passage, on peut suivre les mêmes couches de schiste sur une grande longueur, et l'on voit qu'à mesure qu'on s'éloigne du granite, en marchant sur leur prolongement, on arrive à des graüwackes schisteuses. Les environs de Rieux, dans le département du Morbihan, nous offrent un exemple de cette dernière disposition. Les schistes micacés et maclifères que l'on rencontre entre Limmerzel et Seaule sont le prolongement des graüwackes schisteuses que l'on observe à Reganne. Aucun accident ne pourrait expliquer comment le sol, dans la première localité,

serait composé de terrain primitif, tandis que, dans la seconde, exactement dans le prolongement des couches, il serait formé de roches de sédiment. M. Boblaye a fourni des preuves directes de ce métamorphisme[1], en indiquant des fossiles dans le schiste maclifère des forges des Salles, près Pontivy.

Fossiles dans les schistes maclifères.

Les terrains de transition de la Bretagne présentent, ainsi que l'un de nous l'a exposé dans un mémoire particulier[2], deux assises différentes, séparées l'une de l'autre par le retour de couches puissantes de poudingue, qui montrent qu'une cause violente a interrompu, pendant un certain temps, les dépôts sédimentaires. Dans plusieurs points des départements de la Manche et de l'Orne, cette séparation des deux terrains de transition est marquée par un caractère plus certain encore, par une différence dans la stratification : nulle part cette différence n'est plus tranchée que dans la petite chaîne dite les Buttes de Clecy, qui traverse le département de la Manche dans sa plus grande largeur. La base de cette chaîne est formée de couches de schiste presque verticales, disposées transversalement à la direction, tandis que ses crêtes sont constamment recouvertes de grès qui courent dans le même sens que la chaîne, et dont l'inclinaison dépasse rarement 25 degrés. Les détritus du terrain de grès et les broussailles qui recouvrent sa surface empêchent presque toujours d'observer le contact immédiat de ces deux roches. Cependant il est visible près d'Harcourt,



S. Schiste cambrien. G. Grès silurien.

[1] *Compte rendu de l'Académie des sciences*, 1[er] semestre de 1838, pag. 186.

[2] *Mémoire sur l'âge et la composition des terrains de transition de l'ouest de la France*, par M. Dufrénoy, ingénieur des mines. (*Annales des mines*, 3[e] série, t. XIV, pag. 213.)

et le dessin précédent, que nous empruntons à l'important ouvrage de M. de Caumont sur la géologie du Calvados[1], en fournit un très-bon exemple.

Cette division dans les terrains de transition de la presqu'île de Bretagne correspond à celle faite par MM. Sedgwick et Murchison, en Angleterre, sous les noms de *cambrien* et de *silurien*. L'observation tirée de la direction des couches de ces terrains confirme ce rapprochement.

Divisions dans les terrains de transition de la Bretagne.

Les couches du terrain cambrien, généralement inclinées à l'horizon de 70 à 80°, sont orientées de l'E. 20° N. à l'O. 20° S. Elles ont été placées dans cette position par le soulèvement du granite à grains fins qui a surgi à la surface du sol, au milieu du dépôt des terrains de transition. La nature du terrain cambrien est simple et uniforme : il est composé presque exclusivement de schistes luisants et satinés; cependant il contient accidentellement quelques couches minces de calcaire esquilleux et de grès.

Le terrain silurien est beaucoup plus complexe. Il se divise en deux assises, que nous avons désignées sous les noms : pour le plus ancien, de groupe des quartzites et du schiste ardoisier, et, pour le plus moderne, de groupe anthraxifère.

Le premier est composé de poudingue et de grès quartzeux, de schiste bleuâtre tégulaire, qui fournit les belles ardoises d'Angers, de calcaire compacte esquilleux, avec entroques et trilobites.

Le groupe anthraxifère contient d'abord un poudingue siliceux, des grès et des graüwackes schisteuses, des argiles schisteuses, des couches de charbon et d'un calcaire particulier caractérisé par la présence d'amplexus.

Ces deux groupes, quoique constamment séparés l'un de l'autre, sont liés par la même stratification ; le phénomène qui a présidé à cette division secondaire du terrain silurien est du même ordre que les mouvements qui ont donné naissance aux argiles d'Oxford et de Kimmerigde, argiles qui établissent trois divisions générales et constantes dans les formations jurassiques.

M. Murchison, dans un mémoire[2] qu'il a récemment publié sur le Boulonnais, a fait remarquer que les fossiles de ces deux sous-divisions sont presque tous différents. Guidé par ce caractère important, ainsi que par la distribution relative des couches qui appartiennent à ces deux sous-di-

[1] *Essai sur la topographie géognostique du Calvados*, par M. de Caumont, secrétaire de la société Linnéenne de Normandie.

[2] *Sur les roches devoniennes, type particulier de* l'old red sandstone *des géologues anglais, qui se trouvent dans le Boulonnais et les pays limitrophes.* (*Bulletin de la Société géologique de France*, t. XI, pag. 229, 1840.)

visions, il les a désignées par des noms particuliers : il a conservé celui de *silurien* à la partie inférieure, et il a donné le nom de *devonien* au groupe anthraxifère. Ce nouveau terrain comprend le vieux grès rouge des géologues anglais. En Angleterre, comme en France, le terrain devonien commence donc par une accumulation de sables et de galets.

Les couches du terrain silurien sont, en général, moins inclinées que celles du terrain cambrien; rarement leur inclinaison dépasse 45 degrés, et souvent elle est inférieure à 20 degrés. La direction générale de ses couches est E. 15° S., O. 15° N. Nous avons démontré ci-dessus que les porphyres quartzifères étaient arrivés au jour après les terrains de transition et avant les terrains houillers; c'est à ces porphyres que nous rapportons les dislocations du terrain silurien.

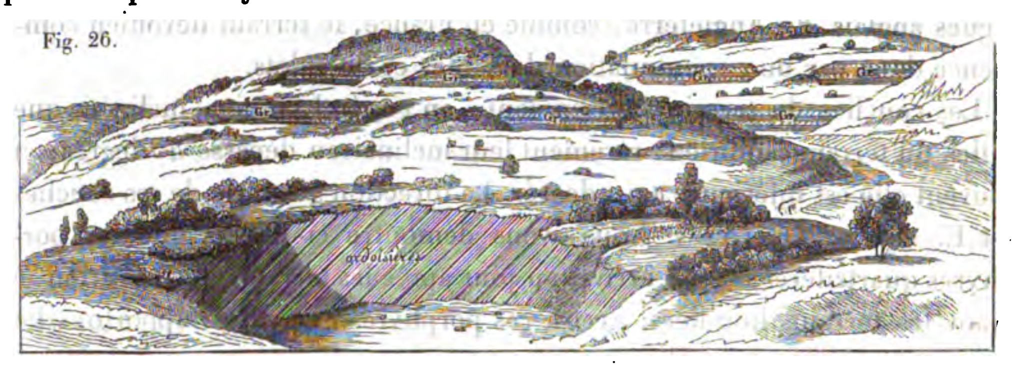
Position relative des systèmes cambrien et silurien.

La limite des deux terrains de transition est souvent difficile à assigner, à cause de l'analogie entre certaines roches, et surtout par suite des modifications qu'elles ont éprouvées par leur contact avec les roches ignées; mais, en grand, ces limites sont assez distinctes. La bande de granite qui court E. O., depuis Alençon jusqu'à Brest, et qui a divisé la Bretagne en deux parties, a, pour ainsi dire, posé la limite générale entre ces deux groupes de terrain de transition. Le granite, arrivé au jour après le dépôt des terrains de transition, a soulevé principalement leur extrémité N. et a fait surgir le terrain cambrien, tandis que la partie S., qui a peu ressenti ce mouvement, est presque exclusivement composée de terrain silurien. Il résulte de cette disposition que le sol du bassin de transition que nous avons désigné sous le nom de bassin de la Manche est composé principalement de terrain cambrien. Effectivement, la plupart des vallées y sont ouvertes dans le schiste inférieur, tandis que les sommités seules sont recouvertes par le terrain silurien. Cette circonstance particulière rend l'étude de cette contrée extrêmement importante, attendu que, presqu'à chaque pas, on observe le contact immédiat des deux terrains de transition, et qu'on peut juger de leur âge relatif par leur différence de stratification.

L'espace compris entre les deux bandes de granite qui courent E. O. est aussi presque exclusivement composé de schiste ancien, à l'exception de la petite chaîne de grès entre Domfront et Mortain; cependant on voit encore dans toutes les vallées profondes, comme à Mortain même, le schiste sortir au-dessous du grès. La forge de Bourbe-Rouge, située à une lieue de Mor-

tain, présente un exemple très-prononcé de la stratification transgressive du grès silurien sur le schiste cambrien. La figure ci-jointe montre la disposition que l'on y observe.

Fig. 26.



Superposition du grès sur le schiste à la forge de Bourbe-Rouge.

S. Schiste cambrien. Gr. Grès silurien.

Le terrain cambrien forme ensuite une ligne presque continue, à la limite S. de la bande granitique qui sépare la Normandie de la Bretagne; d'où il résulte que, dans toute cette longueur, il est rare de trouver le terrain silurien immédiatement en contact avec les roches anciennes.

L'extrémité O. du bassin de Rennes appartient encore au terrain cambrien. Nous sommes, il est vrai, peu certains de la limite qui sépare, dans ce bassin, les deux étages des terrains de transition; mais cependant nous la croyons peu éloignée d'une ligne qui se dirigerait du N. 15° à 20° E. au S. 15 à 20° O., et qui suivrait, à peu près, la route de Ploërmel à Dinan. En effet, les terrains situés à gauche et à droite de cette ligne présentent des caractères essentiellement différents. Cette circonstance serait incompréhensible si elle ne résultait pas de leur différence de nature, attendu que, la stratification étant généralement de l'E. à l'O., on devrait retrouver, sur la route de Ploërmel à Dinan, les mêmes couches traversées par celles de Nantes à Rennes; mais il n'en est point ainsi : en effet, les couches de grès, si fréquentes et si caractéristiques dans le terrain silurien, qui forment tout le pays à l'E. de la ligne que je viens d'indiquer, ne se retrouvent pas, au contraire, dans la partie O. de ce bassin, que nous avons coloriée comme appartenant au terrain cambrien. Les schistes eux-mêmes, entre Corlay et Josselin, c'est-à-dire dans toute l'épaisseur de cette partie inférieure, possèdent des caractères très-différents de ceux des environs de Rennes : ils sont, en effet, bleuâtres et satinés, tandis que les schistes entre Rennes et Nantes sont de véritables grauwackes schisteuses. Enfin la direc-

tion des couches confirme cette distinction. A l'O. de la limite que nous avons assignée pour les deux terrains de transition, les couches se dirigent constamment de l'E. 20° N. à l'O. 20° S., tandis que les schistes qui sont à droite de cette ligne sont orientés de l'E. 10° à 15° S., à l'O. 10° à 15° N. Ces deux directions sont précisément celles qui caractérisent les terrains cambrien et silurien.

Dans le bassin du Finistère, le terrain cambrien nous paraît former deux bandes qui séparent, au N. et au S., le terrain silurien des roches anciennes. La limite entre ces deux terrains est, il est vrai, encore plus difficile à tracer que dans les environs de Ploërmel, à cause du peu d'épaisseur du terrain cambrien et de son état constant de métamorphisme; cependant il nous paraît hors de doute que ce terrain inférieur existe. La raison principale qui nous a fait adopter cette opinion est que le grès blanc, qui forme, partout où la superposition transgressive des deux terrains peut s'observer, la partie inférieure du terrain silurien, repose, dans le Finistère, sur une assise puissante de schiste. Il est donc probable que le grès marque ici la séparation des deux terrains de transition, et que tous les schistes qui lui sont inférieurs appartiennent au terrain cambrien. La présence d'un poudingue siliceux, qui forme, dans quelques circonstances, les premières couches de grès, confirme la division que nous avons établie sur la carte.

Nous ne suivrons pas, dans la courte description que nous allons donner des terrains de transition, la distribution géographique que nous venons d'indiquer, attendu qu'elle nous entraînerait dans des répétitions nombreuses. Nous donnerons seulement quelques exemples qui feront connaître, à la fois, la composition de ces terrains et les raisons sur lesquelles s'appuie leur distinction.

Terrain cambrien. Les couches inférieures de ce terrain, partout en contact avec le granite, ont éprouvé des altérations qui en modifient les caractères. Elles sont ordinairement à l'état de schiste micacé ou de schiste talqueux, et, lorsque cette formation n'est pas très-épaisse, ces roches constituent seules tout le terrain, qui est, en général, fort homogène. L'extrémité N. du département de la Manche nous offre un exemple de cette disposition.

Environs de Cherbourg.

La rade de Cherbourg, creusée dans une dépression du terrain cambrien, est défendue par deux avances de roches anciennes, sur lesquelles

sont élevés les phares de Barfleur et du cap de la Hague. Le granite se fait encore jour près du port de Cherbourg, entre le fort Sainte-Anne et la haute mer; il y constitue des filons qui pénètrent dans le schiste de transition. Le terrain cambrien de Cherbourg est donc resserré entre deux promontoires de roches cristallines; aussi les caractères en sont-ils complétement altérés. Néanmoins on reconnaît qu'il se compose exclusivement de roches schisteuses.

Près du cap de la Hague, au contact de la syénite, le schiste qui forme la côte d'Omonville est talqueux; il contient des petits cristaux d'amphibole disposés dans le sens de la stratification. Les couches de ce schiste plongent N. 16° O., et se dirigent E. 16° N., presque exactement suivant la ligne de dislocation propre au terrain cambrien. Tout l'espace compris entre Omonville et Cherbourg est formé par le même schiste; seulement les cristaux d'amphibole se prolongent très-peu au delà de la limite des syénites. Le schiste talqueux, désigné par M. Hérault [1] sous le nom de stéaschiste, contient fréquemment des noyaux de quartz, autour desquels le schiste se contourne; mais, le plus ordinairement, le schiste est homogène. A Équeurdreville, on exploite de grandes carrières de ce schiste sans nodules; elles fournissent de belles pierres de taille employées dans la construction du port militaire. La direction des couches dans ces carrières est E. 18° N., avec un plongement de 75° vers le N. Outre ces deux roches, il existe encore près de Cherbourg un schiste noir, très-dur, qui se divise en plaques épaisses.

La montagne du Roule, qui domine Cherbourg, est un grès quartzeux blanc, à grains fins, placé à la base du terrain silurien. On ne voit pas à Cherbourg même la superposition immédiate de ce grès sur le schiste; mais, sur le revers E. de cette montagne, au hameau de la Glacerie, cette superposition est positive.

A mesure que l'on s'éloigne des granites de Cherbourg, le terrain cambrien reprend les caractères qui lui sont propres; les environs de Saint-Lô en fournissent des coupes dans toutes les directions. Les plus intéressantes à étudier sont celles que l'on observe en se dirigeant de Saint-Lô vers le N. ou vers le S., parce qu'elles coupent le terrain perpendiculairement

[1] *Lettre sur le terrain de transition ancien de Normandie*, par M. Hérault, ingénieur en chef des mines. (*Annales des mines*, 3e série, t. V, pag. 303.)

à la direction des couches, et le font connaître sur toute son épaisseur.

Au N., on rencontre des schistes bleus, qui alternent avec des grauwackes schisteuses d'un gris jaunâtre. Ces graüwackes contiennent des veines de quartz noir schisteux, disposées parallèlement aux feuillets, et qui donnent à la roche une grande dureté. Elle est, en outre, souvent pénétrée de petits filons de quartz blanc, traversant, à la fois, les parties schisteuses et le quartz noir. Cet ensemble de couches, dans lequel le schiste bleu domine beaucoup, se prolonge jusqu'aux environs de Littry, où le terrain cambrien est recouvert indistinctement par le grès silurien et par le grès houiller. Au milieu de ces schistes, il existe au Quency des bancs de calcaire schisteux noir, très-cristallin, qui se prolongent sur une assez grande longueur; on les exploite encore à la Roque-Hue et à la Pégotterie. La disposition schisteuse de ce calcaire lui donne des caractères tout à fait différents de celui du terrain silurien; il contient seulement quelques entroques. Le calcaire, très-rare dans le terrain cambrien de l'O. de la France, est, au contraire, assez fréquent dans le terrain silurien.

La direction générale des couches est E. 20° N. Si maintenant on se dirige de Saint-Lô vers le S., en suivant la route de Vire, le terrain cambrien se prolonge jusqu'à cette ville, où il repose sur le granite; seulement, dans cet intervalle, on voit, à plusieurs reprises, le terrain silurien reposer sur les schistes inférieurs, de sorte que cette coupe fait connaître, à la fois, la composition du terrain cambrien et les raisons qui conduisent à le séparer du terrain silurien.

Terrain cambrien de Saint-Lô.

Les schistes bleus qui forment les beaux escarpements de la Vire, près Saint-Lô, se prolongent depuis cette ville jusqu'à une petite distance de Thorigny. Dans ce bourg, le schiste, d'un gris verdâtre, alterne avec des couches de graüwacke schisteuse à grains très-fins et micacée. Plus au S., la structure schisteuse devient moins parfaite; la roche passe alors à une argile endurcie qui se divise mal. Néanmoins la stratification nous apprend que l'on est constamment sur la même formation, qui disparaît, pour quelques instants, sous le terrain supérieur. En effet, aussitôt qu'on a passé le petit ruisseau qui précède la montée vers Guiberville, on trouve un grès rougeâtre, siliceux, formant des petites couches associées à un poudingue à galets de quartz avec argile ferrugineuse. Ce grès contient, en outre, des parties blanches feldspathiques. La route redescend, pendant



quelques instants, vers un affluent de la Vire, dans lequel le schiste se montre, pour se cacher de nouveau sous un poudingue siliceux, qui forme la couche inférieure du terrain silurien. Des couches d'un grès rougeâtre siliceux, de trois ou quatre pouces d'épaisseur, recouvrent le poudingue, et sont elles-mêmes recouvertes par un grès blanc siliceux, qui est exploité sur le sommet de la côte, au lieu dit le champ du Guet. Ce grès forme des couches de dix à quinze pouces de puissance; le grain en est, en général, très-fin, mais cependant discernable; il contient quelques galets quartzeux; des petites couches d'argile et de sable incohérent séparent les couches de grès solide. Près de Guiberville, le grès rougeâtre plonge de 12° au N. 18° E.; dans les carrières du champ du Guet, les couches inclinent de 22° au N. 12° E., et se dirigent, par conséquent, E. 12° S., O. 12° N. La direction du schiste, générale de l'E. 20° N. à l'O. 20° S., diffère donc de plus de 30° de celle du grès; en outre, l'inclinaison du premier étant de 70 à 80°, tandis que la seconde roche plonge seulement de 20 à 25°, il en résulte que le grès repose sur le schiste cambrien en stratification discordante, et qu'il appartient, par conséquent, à un ordre de terrain de transition plus moderne.

Les grès occupent tout ce plateau supérieur, et se prolongent jusqu'aux deux tiers de la descente qui regarde Vire. Campeaux, Sainte-Marie-Laumont, Étouvy, sont encore sur le grès; mais, aussitôt qu'on descend sur le bord de la Vire, le schiste reparaît. Au pont de la Graverie, il est exploité par plusieurs carrières. Cette roche, qui est bleuâtre et satinée, alterne avec de la graüwacke schisteuse à grains fins. La stratification, qui est E. 18° N., et le plongement des couches, qui est de 80°, sont d'accord avec la différence dans la nature des roches pour montrer le retour du terrain cambrien. Il se prolonge jusqu'à Vire, où il est à l'état de schiste micacé, par suite de son contact avec le granite, lequel forme des filons nombreux dans le schiste, et lui est, par suite, postérieur.

Le terrain cambrien est très-uniforme, et se présente partout avec les caractères que nous venons d'indiquer dans les environs de Saint-Lô : cependant la bande de terrain qui forme, dans le département du Finistère, une lisière mince sur la limite du terrain silurien, et principalement celle qui constitue les montagnes d'Arrez, contient un grès particulier que nous n'avons pas encore eu l'occasion de mentionner. Cette circonstance

nous engage à dire encore quelques mots sur le terrain cambrien de cette localité.

Le schiste de la montagne d'Arrez est verdâtre, luisant et satiné; il est esquilleux et contient des macles très-petites, mais souvent visibles à l'œil nu. Ce schiste est très-fissile; il est même, sur toute la lisière N. de cette chaîne, exploité pour ardoises par un grand nombre de carrières sans importance; les ardoises qu'elles fournissent, toujours grossières, ne servent qu'aux usages locaux. Le véritable schiste ardoisier est plus moderne; il appartient, ainsi que nous le dirons bientôt, au terrain silurien. Au milieu du schiste des montagnes d'Arrez, il existe des petites veines ainsi que des couches peu puissantes d'un quartz compacte schisteux qui présente tous les caractères d'un grès à grains très-fins; il est esquilleux et homogène, mais non hyalin; il correspond, pour l'âge et pour la nature, au schiste siliceux, si abondant dans le terrain de transition des Pyrénées. Du reste, il diffère essentiellement des grès à grains fins du terrain silurien que l'on rencontre également dans les montagnes d'Arrez. Ces derniers grès ne sont pas intercalés dans le terrain; ils forment des masses assez puissantes, qui paraissent reposer sur les tranches du schiste. La position de ces masses de grès moderne n'est pas assez évidente pour assurer qu'elles ne sont pas hors de place.

Terrain cambrien des montagnes d'Arrez.

M. Boblaye a découvert, dans le terrain cambrien des environs de Quintin, un minerai de fer particulier analogue à la chamoisite. Son abondance et sa qualité ont été la cause de l'érection du haut fourneau du Pas, dans la forêt de l'Orge. Ce minerai est composé de grains pisolithiques d'un bleu noirâtre, aplatis dans le sens de la stratification, et dont le diamètre dépasse rarement deux lignes; ils sont réunis par un ciment de même nature que les globules, et, de plus, légèrement carburé.

La roche est magnétique, non polaire. Au chalumeau, les globules blanchissent et fondent difficilement en un émail noir. Elle donne de cinquante à cinquante-trois pour cent de fonte[1].

[1] D'après une analyse de M. Berthier, ce minerai est composé de :

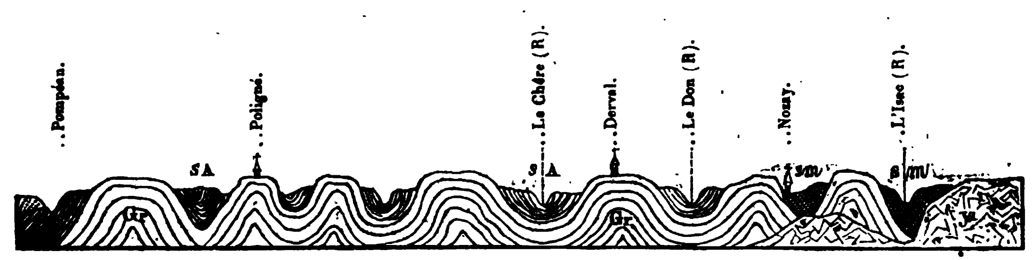
Peroxyde de fer	0,488
Protoxyde de fer	0,234
Silice	0,130
Alumine	0,120
Oxyde de chrome	0,003
Charbon et eau	0,025
	1,000

Le minerai du Pas forme plusieurs couches intercalées dans le terrain de transition. La couche principale est à découvert sur une épaisseur de quinze mètres, et on n'a pas encore reconnu sa partie inférieure. Elle supporte un schiste argileux qui contient lui-même quelques nodules de minerai de fer. Au-dessus, il existe une seconde couche de même nature que celle exploitée, mais dont la puissance est seulement d'un mètre. La direction de ces couches est N. E. S. O.; elles plongent de 45° vers le N.

Du terrain silurien. Ce terrain est très-développé dans les départements dont nous indiquons, dans ce moment, la nature géologique; il recouvre au moins la moitié de leur surface, et forme principalement le centre des trois bassins de transition que nous avons mentionnés ci-dessus. Nous avons déjà montré qu'à Cherbourg, et sur la route de Saint-Lô à Vire, ce terrain repose sur les schistes cambriens en stratification discordante. Ce caractère important, qui se retrouve à chaque pas dans le département de la Manche, nous apprend que le grès quartzeux de la montagne du Roule, près Cherbourg, et les poudingues qui y sont associés, forment constamment les couches inférieures de ce terrain. Cette constance dans la position du grès, là où la séparation des terrains est certaine, nous fournit un horizon géognostique très-important pour classer ces terrains quand les autres caractères manquent, ainsi que cela a lieu dans les départements du Finistère et des Côtes-du-Nord. Presque partout ce grès est fort développé; il forme, en général, toutes les chaînes qui sillonnent de l'E. à l'O. la presqu'île de Bretagne. Cette disposition singulière a pu faire croire, de prime abord, que le grès est constamment à la partie supérieure des terrains de transition. Elle tient à ce que les couches du terrain présentent des plis nombreux, et que, les schistes étant beaucoup moins résistants que les grès, ils ont été détruits en partie, tandis que les grès ont résisté. L'étude des terrains compris entre Rennes et Nantes montre bientôt que cette hypothèse est la seule qui puisse s'accorder avec les faits. La route qui réunit ces deux villes est traversée par huit chaînes successives de collines toutes parallèles entre elles, et se dirigeant à peu près E. O. Les sommets de ces chaînes sont constamment formés de grès, tandis que les petites vallées qui les séparent sont toutes ouvertes dans les schistes; mais le parallélisme constant des couches de ce terrain,

dont la direction est la même que celle des chaînes, forme un contraste frappant avec leur inclinaison, qui varie à l'approche de chaque chaîne et d'un versant à l'autre. Il est dès lors évident que le terrain a été plié sur lui-même autant de fois qu'il existe de chaînes, et que les schistes occupent les creux des rides, tandis que les grès en forment les convexités. La figure ci-jointe, qui présente une coupe des terrains compris entre Rennes et Nantes, montre cette disposition intéressante.

Fig. 27.



Plissement du terrain silurien entre Rennes et Nantes.

Gr. Grès silurien.
γ'. Granite.
S. A. Schiste ardoisier.
S. M. Schiste maclifère.

Le terrain silurien affecte une assez grande uniformité dans les départements O. de la France : les couches qui le composent sont dans un ordre constant, mais ses différentes parties n'y sont pas également développées; il est donc nécessaire de citer plusieurs exemples pour le faire connaître dans son entier. Environs de Caen.

Le schiste cambrien ressort dans les vallées profondes au S. de Caen. On le voit le long des bords de la Laize, et au point où la route de Caen à Condé-sur-Noireau traverse ce petit cours d'eau : il est, dans ces deux localités, recouvert immédiatement par le terrain silurien, placé transversalement sur les tranches du schiste. Les premières couches de ce terrain se présentent sous la forme d'un poudingue quartzeux, composé de galets de quartz hyalin laiteux, reliés par un ciment de schiste argileux rougeâtre. Ce poudingue contient, en outre, des grains de feldspath blanchâtre ou rosâtre, et des fragments peu nombreux de schiste argileux et de graüwacke. Quelques couches d'un grès quartzeux verdâtre le recouvrent immédiatement. Au-dessus on trouve un calcaire compacte gris clair, qui forme des couches peu épaisses, alternant, à plusieurs reprises, avec le grès précédent. Ce calcaire,

désigné dans le pays sous le nom de *calcaire marbre*, ne contient aucun fossile. Il est exploité à Notre-Dame-de-Laize, à Bully et à Vieux, bourgs situés un peu à l'O. de la route. Le calcaire forme, dans cette dernière localité, des couches plus épaisses, et ses caractères sont un peu différents. Il y est d'un blanc jaunâtre nuancé de rose ou entièrement rosé, quelquefois même d'un rouge assez vif. Sa cassure est esquilleuse et très-compacte. Le calcaire de Vieux est intercalé dans des couches de grès, au milieu desquelles il forme, sans doute, de vastes amandes : car on ne le retrouve pas à May, distant à peine d'une lieue, localité où le grès est, au contraire, très-développé. Il y est composé de grains de quartz hyalin reliés par un ciment siliceux. Les grains sont, le plus ordinairement, très-fins, de sorte que la roche devient, pour ainsi dire, un quartz grenu; mais, fréquemment aussi, il contient des galets : il passe alors au poudingue, qui forme les couches inférieures du terrain. Quelques couches de grès sont micacées.

Le grès de May, ordinairement solide et très-dur, renferme cependant quelques couches à l'état de sable micacé; il est fréquemment traversé de petits filons de quartz blanc laiteux. Sa couleur rouge lui a fait donner improprement le nom de *vieux grès rouge :* il est plus ancien que ce grès, qui appartient à un étage supérieur des terrains de transition, désigné sous le nom de *devonien*. Cette couleur rouge est, du reste, accidentelle, même dans les carrières de May, où il existe des couches peu colorées. Les grès des autres parties de la Normandie et de la Bretagne, qui appartiennent à cet étage, sont, au contraire, presque tous d'un beau blanc. Le grès de May contient beaucoup de fossiles; la découverte en est due à M. Hérault, qui a fait connaître, le premier, dans plusieurs mémoires intéressants[1], les terrains de transition du Calvados. La plupart de ceux que possède la collection de l'école royale des mines lui ont été donnés par ce savant ingénieur.

Ils se rapportent aux genres suivants :

Asaphus Brongnartii;
Asaphus brevicaudatus;
Asaphus incertus;
Nautile;

[1] *Sur les principales roches qui composent le terrain intermédiaire dans le département du Calvados*, par M. Hérault, ingénieur en chef au corps royal des mines. (*Annales des mines*, 2ᵉ série, t. X, pag. 511. — *Idem*, 3ᵉ série, t. V, pag. 303. — *Idem*, *idem*, t. VI, pag. 97.)

Une orthocère de très-grande dimension;
Conulaires, deux espèces non décrites;
Un trochus;
Cypricarde;
Modiole;
Deux espèces de productus;
Deux espèces de térébratules, l'une lisse, l'autre striée.

La dernière espèce de térébratule est très-abondante: il existe, dans les carrières de May, une petite couche presque entièrement formée de moules de cette coquille; leur surface est hérissée de petits cristaux de quartz hyalin. Les couches de grès de May sont inclinées de 45° vers le N. 20° E.; leur direction, qui est, par conséquent, E. 20° S., se rapproche beaucoup de celle qui caractérise le terrain silurien.

Entre Vire et Granville, le grès se présente sous la forme schisteuse; il est très-micacé, et se rapproche, par ses caractères extérieurs, du grès bigarré. Une circonstance qui augmente encore cette analogie, c'est qu'il est associé avec des marnes schisteuses rouges, qui se délitent à l'air. Ce caractère, et la faible inclinaison que présente le grès à Villedieu et à Fleury, l'ont même fait confondre avec cette formation; mais on voit à Hieuville, près Coutances, ce même grès micacé associé avec un calcaire compacte esquilleux, entièrement identique avec le calcaire de Vieux, d'où il résulte qu'il appartient bien réellement à la partie inférieure du terrain silurien. Le grès repose sur des poudingues quartzeux, avec lesquels il alterne dans plusieurs carrières de Beauchamps. Terrain silurien de Granville

Ces poudingues, assez constants à la partie inférieure du grès, atteignent une grande puissance à Erquy, bourg situé dans la baie de Saint-Brieuc et près du cap Frehel.

Une série puissante de couches schisteuses recouvre le grès: tantôt les schistes contiennent des paillettes de mica, et forment des graüwackes schisteuses, comme aux environs de Rennes; tantôt ils sont à l'état de schiste argileux bleuâtre tégulaire, et fournissent des ardoises de qualité supérieure. C'est à cet étage et dans cette position qu'est placé le schiste ardoisier d'Angers, si célèbre par la supériorité et l'abondance des ardoises qu'il produit.

La superposition du schiste d'Angers sur le grès se voit de la manière la plus positive près des Ponts-de-Cé. Le grès qui, près de Brissac, situé



à 3 lieues au S. E. d'Angers, repose sur le schiste cambrien, se prolonge jusqu'aux escarpements de schiste bleu tégulaire qui couronnent la rive gauche de la Loire. Le schiste se relève vers le grès, sur lequel il repose en stratification concordante. Les couches, quoique très-contournées, ont une direction bien constante, qui est E. 25° S.; elles plongent de 75° vers le N. 25° E. On marche sur le schiste noir jusqu'aux ardoisières. Dans le bourg de Saint-Maurice, situé dans la petite île où sont construits les Ponts-de-Cé, le schiste ressort de tous côtés; il forme des escarpements dans les rues montueuses de ce bourg; les couches y sont presque verticales et se dirigent O. 30° N. A Angers, ce même schiste se montre au jour de tous côtés : il forme de longues arêtes saillantes dans plusieurs rues, et notamment près de la cathédrale, du château, et sur les boulevards qui entourent la ville. Dans ce dernier point, les couches de schiste sont presque verticales et se dirigent E. 12° S., O. 12° N.; on les suit sans interruption jusqu'aux carrières.

Schiste ardoisier d'Angers.

La position des schistes d'Angers est donc bien déterminée; leur fissilité, quoique accidentelle, se reproduit cependant sur une grande longueur. L'épaisseur de ces schistes tégulaires est également considérable; ils sont, presque partout, recouverts par du calcaire compacte noir, contenant des entroques et des trilobites. L'importance de la chaux pour engrais, dans ce pays où le sol est argileux, a fait rechercher cette roche avec beaucoup de soin; tous les gisements sont mis à profit, et sur chacun d'eux on a construit des fours à chaux, qui, par leur ensemble, sont d'un haut intérêt pour le géologue. Constamment placés sur la lisière du terrain ardoisier, ces fours forment une ligne continue parallèle à la stratification générale du terrain, et à celle du schiste en particulier, et fournissent autant de points de repère, qui guident dans l'étude du terrain silurien.

Au-dessus du calcaire on retrouve, à Chalonnes, à la Bergerie, près du Pont-Saint-Aubin, etc., des schistes argileux verts et rouges, qui terminent le groupe inférieur de ce terrain. Le calcaire se représente quelquefois au milieu de ces schistes, comme à Saint-Gervais, près de Vitré.

Le retour de cette roche à différentes hauteurs du groupe inférieur du terrain silurien, le développement plus ou moins prononcé de ses différentes parties, et surtout l'identité des fossiles qu'on retrouve dans chacune d'elles, font de ce groupe un ensemble bien déterminé et distinct de celui

qui suit. Il correspond très-exactement au calcaire à trilobites de Dudley. Ce fossile, que nous avons cité dans le grès de May, existe dans le schiste de Bain avec une certaine abondance; les calcaires de Saint-Gervais et des environs d'Angers en contiennent également; le schiste d'Angers lui-même est depuis longtemps célèbre par les beaux fossiles de cette famille qu'on y recueille. La plupart, il est vrai, appartiennent à un genre particulier et même à des espèces (*ogygia Guettardi, ogygia Desmaritii*) qui ne sont habituels ni dans les calcaires, ni dans les grès; mais on a retrouvé dans le schiste d'Angers des échantillons imparfaits du *calymène de Tristan*, caractéristique de la roche de Bain et des calcaires de cet étage. La présence de ce fossile est donc un lien paléontologique commun entre ces différentes roches, qui sont invariablement réunies par la superposition et l'alternance des couches.

Système anthraxifère. (Terrain devonien.)

Le groupe anthraxifère, partout où il existe, est supérieur au système de couches que nous venons de faire connaître. Les bords de la Loire, depuis Angers jusqu'à Nantes, fournissent des exemples intéressants de cette partie des terrains de transition. En comparant les couches qu'elle contient avec celles que M. Murchison a désignées sous le nom de devoniennes dans le Boulonnais, on reconnaît que le groupe que nous avons distingué sous le nom d'anthraxifère correspond exactement au système devonien de cet habile géologue. Le retour des couches de poudingue, qui se présente à cette hauteur du système silurien, ainsi que nous le dirons bientôt, nous avait paru suffisant pour établir deux divisions comparables à celles des étages oolithiques; mais la différence que M. Lonsdale a reconnue entre les fossiles de ces deux étages autorise la séparation en deux terrains distincts, que M. Murchison a adoptée. Il en résulte que le terrain silurien comprend seulement le groupe des quartzites et des schistes ardoisiers, tandis que le terrain devonien se composerait des poudingues supérieurs, des couches à anthracite, des schistes et des calcaires qui y sont associés.

Le terrain *devonien* constitue une bande fort allongée, depuis les environs de Doué jusqu'à Nort. Il forme, en outre, plusieurs lambeaux dans les départements de la Mayenne et de la Sarthe; partout il est caractérisé par la présence de couches de charbon, d'empreintes végétales, et d'un calcaire contenant à la fois des amplexus, des térébratules et des orthocères. Les couches d'anthracite, sans avoir la régularité des couches de schiste, sont cependant continues sur toute la longue bande qui suit à peu



près le cours de la Loire, et dont nous venons d'indiquer les limites. Ces couches présentent des renflements et surtout éprouvent des étranglements considérables qui leur donnent l'apparence de chapelets; mais on les retrouve constamment dans la position qui leur est propre. Elles sont parallèles à la stratification générale du terrain, et reposent partout sur la bande calcaire qui termine le terrain silurien. La réunion constante du calcaire et du charbon, d'un si haut intérêt pour l'agriculture, est aussi, pour le géologue, une des circonstances les plus heureuses: elle fournit, en effet, presque à chaque pas, la preuve de la position du système devonien sur le terrain silurien.

Les collines composées de terrain devonien sont presque toujours arrondies; ce qui tient, sans doute, à l'abondance du grès à gros grains, qui se désagrége facilement: néanmoins on y observe presque toujours, de distance en distance, des crêtes plus ou moins prononcées, formées par des couches plus résistantes, qui dévoilent la direction générale du terrain. La figure ci-jointe, qui représente les environs de la mine de la Haye-Longue, située près de Chalonnes et presque sur les bords de la Loire, donne une idée assez exacte de cette disposition.

Fig. 28.



Vue des coteaux de la Haye-Longue.

A. Village d'Ardenay.
C. Puits d'extraction.
D. Arête de pierre carrée.
E. Arête de schiste.
F. Chemin de fer qui conduit à la Loire.

Composition du groupe anthraxifère

Le groupe anthraxifère, ou système devonien, commence presque toujours par un poudingue composé de galets de quartz hyalin laiteux, de quartz noir, de schiste micacé, et d'un schiste verdâtre qui se retrouve

dans beaucoup de points de la Bretagne. Ce poudingue passe, par la diminution dans la grosseur des galets, à des grès avec lesquels il alterne à plusieurs reprises. On observe l'alternance réitérée de ces différentes couches sur presque toute la longueur de la bande anthraxifère des bords de la Loire. Nous l'avons observée particulièrement à la mine de la Haye-Longue et à celle de Montjean.

Des grès schisteux noirs très-micacés, et contenant des empreintes végétales, succèdent immédiatement au poudingue. Ils sont recouverts par le système de couches d'anthracite. La direction générale des couches est constamment comprise entre E. 18° S. et E. 24° S. L'inclinaison, toujours assez considérable, est tantôt vers le S., tantôt vers le N.; on observe même que ce changement dans l'inclinaison se reproduit à plusieurs reprises. Cette circonstance a fait admettre, par toutes les personnes qui ont étudié avec soin la constitution géologique de cette contrée, que la partie anthraxifère forme trois bassins successifs, dans lesquels les couches se représentent en sens inverse.

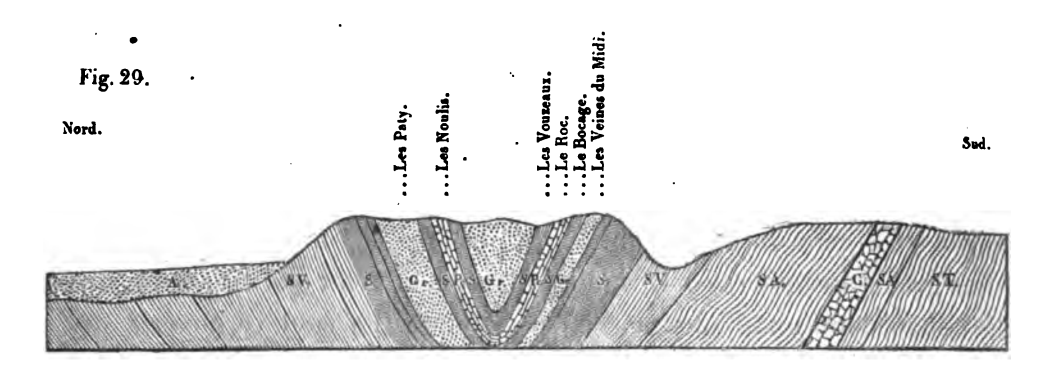
Cette périodicité des couches, qui se reproduit jusque dans les détails, prouve, d'une manière certaine, que les trois systèmes de couches d'anthracite n'en forment réellement qu'un seul replié deux fois sur lui-même. Ce fait, important pour la recherche du charbon, se confirme chaque jour par les exploitations nouvelles dont se couvrent les bords de la Loire. Il est, du reste, complétement analogue à la disposition que nous avons indiquée dans le terrain de transition compris entre Rennes et Nantes, qui présente, ainsi que la fig. 27, pag. 217, l'indique, huit rides successives, dans lesquelles les grès et le schiste ardoisier se reproduisent avec une périodicité si remarquable.

Plissement du groupe anthraxifère.

Le dessin ci-après, qui représente une coupe transversale des couches comprises entre la Poissonnière, bourg situé sur la rive droite de la Loire, et la petite ville de Chaudefonds, construite sur la rive gauche de ce fleuve, montre, d'une manière prononcée, ce plissement des couches. Le centre du pli est occupé par un massif de grès, à droite et à gauche duquel les couches de schiste, de charbon et de pierre carrée, se reproduisent avec régularité : seulement, au S., il existe des schistes talqueux et micacés qui ne se retrouvent pas au N. Cette circonstance tient à ce que ces schistes s'appuient immédiatement sur les granites des environs de Beaupréau.



Fig. 29.



Disposition des couches entre la Poissonnière et Chaudefonds.

S. T. Schiste talqueux et micacé.
C. Calcaire silurien.
S. A. Schiste alteré.
S. V. Schiste vert.
S'. Schiste devonien.
Gr. Grès et poudingue formant la base du terrain devonien.
S. Schiste silurien.
P. C. Pierre carrée.
A. Alluvions modernes.

De la pierre carrée.

Presque au contact des couches de charbon, et cela dans chaque système de couches, on trouve constamment, au toit et au mur, une roche singulière dite pierre carrée, à cause de la forme rhomboïdale que prennent ses fragments quand on la casse. Cette roche, parfaitement homogène, est fusible en un émail blanc, et possède une cassure esquilleuse, qui lui donne de l'analogie avec le pétrosilex; mais elle est, en général, peu dure, et se laisse rayer par une pointe d'acier. La couleur de cette roche est un gris verdâtre assez clair; elle contient constamment des parties tendres d'un vert clair fort analogue à de la serpentine.

Les caractères extérieurs de la pierre carrée conduisent naturellement à la considérer comme une roche ignée introduite postérieurement dans le terrain; la régularité qu'elle présente sur une aussi grande longueur, son retour périodique au contact du charbon dans les trois bassins, qui ne se dément jamais, s'accordent mal avec cette explication. Certains schistes coticulaires des terrains de transition présentent de l'analogie avec la pierre carrée, surtout lorsqu'ils ont subi quelque altération postérieure: il est donc assez probable que la nature de la pierre carrée tient à des circonstances semblables à celles qui ont modifié la texture des terrains de transition, et dont la Bretagne nous offre tant d'exemples. Nous ajouterons que, dans ces derniers temps, on a trouvé, à Mouzeil et près de Chalonnes, des empreintes

végétales dans la pierre carrée même : cette découverte intéressante ne peut plus laisser aucun doute sur la contemporanéité de cette roche et du terrain dans lequel elle est enclavée.

Les roches associées à l'anthracite sont des schistes argileux, des argiles schisteuses, des graüwackes, et des grès siliceux extrêmement durs. Les argiles contiennent, en outre, fréquemment, du fer carbonaté en rognons disposés dans le sens de la stratification.

Nature du charbon.

La nature du charbon des mines des bords de la Loire est d'accord avec son gisement pour le faire regarder comme de l'anthracite : il est brillant, très-sec, ne colle pas en brûlant, et ne pourrait être transformé en coke. Il se divise en petits fragments, et ne donne qu'une faible proportion de charbon en gros blocs désigné sous les noms de *pérat* ou charbon carré.

L'analyse de l'anthracite pur de la Haye-Longue a donné :

Carbone	89, 78
Oxygène	2, 85
Hydrogène	3, 82
Cendres	3, 55
	100, 00

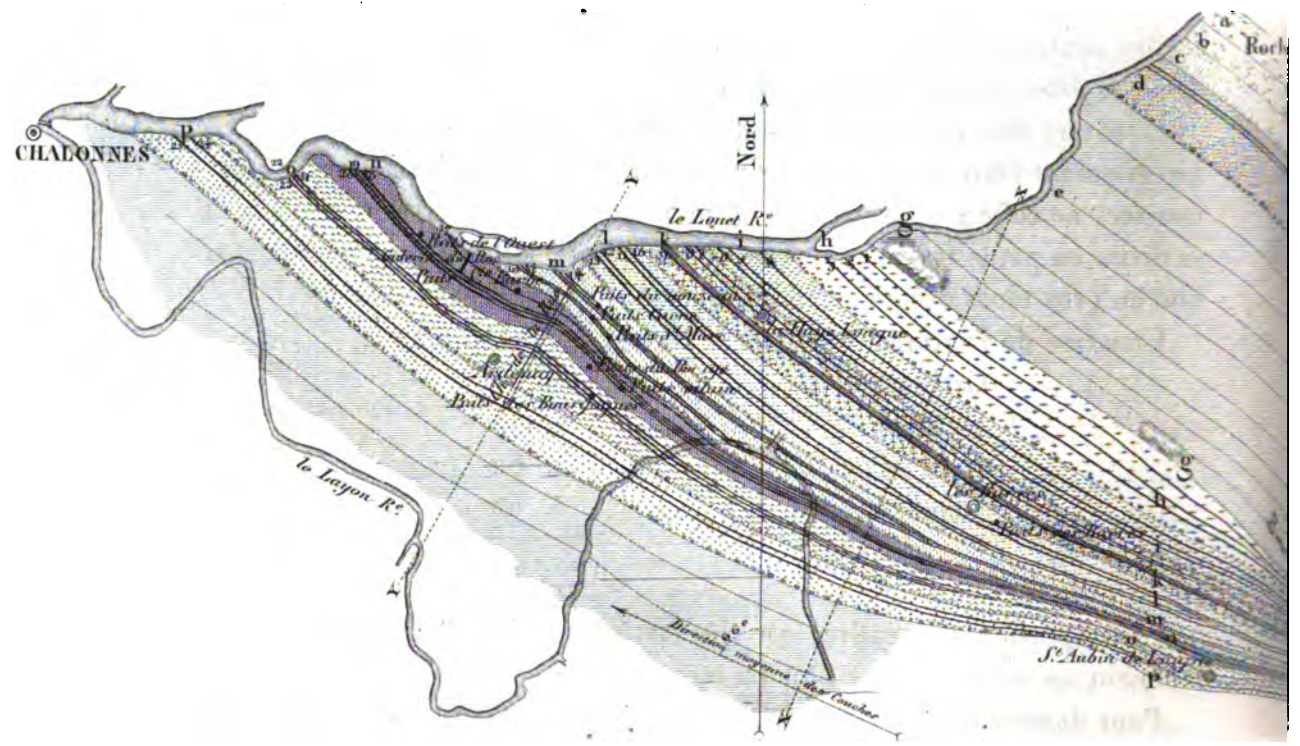
La proportion de cendres est très-variable : certains charbons en contiennent au delà de 15 p. o/o. La moyenne est environ de 7 p. o/o.

Pour donner une idée complète du groupe anthraxifère, nous ajouterons à l'exposé général que nous venons de donner, quelques détails circonstanciés sur la partie de ce terrain comprise entre Chalonnes et Rochefort, et particulièrement sur la mine de la Haye-Longue, l'une des plus importantes de cette contrée. Je dois ces renseignements intéressants à l'obligeance de M. Rolland, directeur de cette mine.

La partie anthraxifère du terrain devonien qui borde la Loire entre Angers et Nantes présente une épaisseur moyenne de 1,000 à 1,500 mètres; elle renferme vingt-cinq couches d'anthracite, dont huit seulement peuvent être exploitées avec quelque avantage. Ces différentes couches se groupent plusieurs ensemble, de sorte qu'un puits, après avoir rencontré trois ou quatre couches de charbon assez rapprochées les unes des autres, traverse souvent une grande épaisseur de grès avant d'en recouper de nouvelles. Cette circonstance a engagé M. Rolland à les grouper en huit systèmes différents, séparés les uns des autres par des couches puissantes de pou-

dingue. Ces différentes couches viennent, ainsi que l'indique la carte ci-jointe, affleurer successivement sur les rives du Louet et du Layon, circonstance qui permet d'étudier leur position avec facilité.

Fig. 30.



a. Grès à grains allongés ressemblant à une roche amygdaloïde.
b. Grès à grains moins allongés et à parties quartzeuses très-blanches.
c. Grès à grains arrondis.
d. Lambeau de terrain anthraxifère. Couches non exploitables.
e. Succession de schistes.
f. Mamelons de calcaire au milieu des schistes verts.
g. Porphyres traversant, en certains points, la formation du terrain de transition.
h. 1er système anthraxifère ou système des Essarts.
i. 2e système du Paty.
k. Système des Noulis.
l. Système du Bel-Air.
m. Système de la Barre.
n. Système Goisnard.
o. Système des Bourgognes.
p. Système du Poirier-Samson.

Succession des couches d'anthracite.

La partie anthraxifère repose sur une série de couches de schistes verts et rouge lie de vin, qui appartiennent à la partie supérieure du terrain silurien. Elle commence par une épaisseur considérable de poudingue quartzeux, formant la base du terrain devonien ou du groupe anthraxifère.

Les différents systèmes de couches de charbon dont se compose le bassin compris entre Rochefort et Chalonnes se succèdent dans l'ordre suivant :

Le premier système de couches désigné sous le nom des Essarts, et marqué par les lettres *hh*, sur le plan, repose sur un poudingue quartzeux à gros galets. Les couches de charbon en sont séparées par une forte

épaisseur de schiste argileux très-micacé, contenant quelques empreintes; les débris organiques deviennent beaucoup plus abondants dans les argiles schisteuses qui séparent chaque couche d'anthracite. Le système des Essarts, dont l'épaisseur totale est de 340 mètres, suivant la ligne XX, qui partage le bassin en deux parties à peu près égales, comprend trois couches d'anthracite :

1. Celle dite du Vaujuet, dont la puissance est de........ 0^{m},30
2. Des Petits-Houx, *idem*........................... 0 ,80
3. Celle des Essarts, *idem*.......................... 1 ,30

La couche des Essarts est la seule susceptible d'une exploitation utile : elle donne un charbon sec et schisteux. Les différentes couches de ce système sont séparées par des couches de grès à grains fins et des schistes très-micacés noirâtres.

Le second système, celui du Paty, *ii*, repose sur un poudingue composé principalement de quartz hyalin laiteux. Sa puissance totale est de 200 mètres. Il comprend également trois couches dites :

4. Du Paty, dont la puissance est de..................... 0^{m},50
5. De la Haye-Longue, grande veine, *idem*................ 0 ,60
6. De la Haye-Longue, petite veine, *idem*................ 0 ,40

Les couches de charbon qui appartiennent à ce système sont peu connues, et ne peuvent être exploitées que dans des circonstances favorables. Elles sont séparées les unes des autres par une succession de grès à grains fins et de grès schisteux, micacés, jaunâtres, contenant peu d'empreintes végétales; les impressions de fougères y sont surtout rares.

Le troisième système, dit des Noulis, *kk*, repose sur un poudingue grossier, qui se désagrége facilement. Les galets quartzeux y sont encore les plus abondants : un grand nombre d'entre eux appartiennent au quartz lydien, le même qui forme des veines puissantes dans le terrain silurien, et notamment sur la rive droite de la Loire, près de Saint-Georges-sur-Loire. Ce groupe de couches, dont l'épaisseur moyenne est de 220 mètres, comprend, comme les deux précédents, trois veines de charbon :

7. Celle de la maison des Noulis, ayant de puissance...... 0^{m},50
8. La Portinière, *idem*.............................. 0 ,50
9. Des Noulis proprement dits, *idem*................. 1 ,30

La dernière veine est la seule exploitable. Ce système présente la même alternance du grès à grains fins et schisteux; mais, en outre, le toit de la

veine des Noulis est formé de la roche dite pierre carrée, qui ressemble, par son aspect, à un feldspath compacte.

Le système du Bel-Air, *ll,* qui forme le quatrième, comprend quatre couches de charbon. Sa puissance s'élève à 240 mètres.

Les veines sont :

10. La grande veine du Bel-Air, dont l'épaisseur est de..... 1m,50

11. La petite veine du Bel-Air, *idem*.................... 0 ,40

12. La grande veine du Cuf, *idem*..................... 1 ,50

13. La petite veine du Cuf, *idem*..................... 0 ,40

Les veines nos 10 et 12, malgré leur puissance assez considérable, ont, jusqu'à présent, été d'une exploitation peu avantageuse. Les grès et les schistes qui séparent les couches de charbon, généralement d'un gris clair, sont à pâte très-fine; ils contiennent beaucoup d'empreintes végétales, surtout de calamites.

Le cinquième système, dit de la Barre, *mm,* est moins épais que les précédent. Sa puissance se réduit moyennement à 160 mètres. Il contient trois nouvelles couches de charbon :

14. Celle dite les Trois-Filons, dont le charbon est schisteux, est épaisse de.. 0m,40

15. La grande veine du Vouzeau : le charbon qu'elle produit est sec, mais d'une grande pureté........................ 1 ,50

16. Enfin, la petite veine du Vouzeau : son charbon, de même qualité que celui de la veine précédente, est assez impur...... 1 ,00

La grande veine du Vouzeau a seule été exploitée avec avantage. Le mélange de schiste que contient la veine n° 16 la rend impropre aux usages ordinaires, et, malgré son épaisseur assez considérable, elle est presque sans valeur.

Le système Goismard, qui forme le sixième, *nn,* est un des plus importants par la régularité des veines de charbon qu'il contient. Son épaisseur est seulement de 140 mètres. Les veines de charbon, au nombre de quatre, se succèdent dans l'ordre suivant :

17. La veine du Chêne: elle donne un charbon schisteux. Son épaisseur est de.. 0m,40

18. La veine de la Recherche donne un charbon pur....... 0 ,40

19. La petite veine Goismard, dont le charbon est dur et résistant, produit du gros charbon en assez grande quantité........ 0 ,50

20. La grande veine Goismard est composée d'un charbon friable, mais collant, et propre à la forge. Cette circonstance particulière rend son exploitation fort avantageuse. Son épaisseur est de 0^{m},70

La pierre carrée, qui forme un banc peu épais dans le groupe des Noulis, joue, dans celui qui nous occupe, un rôle très-important; elle constitue des couches régulières au toit et au mur des trois dernières veines. Une de ces couches, qui sépare la veine de la Recherche et la petite veine, possède, dans quelques points du bassin, jusqu'à 70 mètres de puissance, et son épaisseur moyenne est d'environ 50 mètres. Cette roche y présente de nombreuses variations de texture. Le plus ordinairement, sa pâte, d'un jaune verdâtre sale, est fine et homogène; mais quelquefois sa texture est grenue. Elle contient alors des parties d'un vert jaunâtre clair, à cassure esquilleuse, ayant l'aspect de serpentine.

Le septième système, désigné sous le nom des Bourgognes, *oo* du plan, n'est séparé du précédent que par une masse puissante de pierre carrée. Le retour périodique de poudingue que nous venons de signaler entre chaque système n'y existe pas : on n'a donc aucune raison pour isoler le système des Bourgognes; néanmoins nous l'indiquons ici pour conserver les dénominations adoptées dans le pays. Son épaisseur est de 160 mètres. Il comprend les trois couches suivantes :

21. La veine du nord, qui donne un charbon sec et schisteux, est épaisse de..... .... 1^{m},00

22. La veine du centre, dont le charbon est un peu bitumineux.. 0, 50

23. La veine du sud produit un charbon sec très-estimé pour la cuisson de la chaux................................ 2, 00

Ces trois veines sont peu régulières; elles présentent des amas fort riches, auxquels succèdent des grains, qui donnent à l'ensemble la forme d'un chapelet. Des argiles schisteuses noires, chargées d'empreintes, et des grès à grains fins, séparent les veines des Bourgognes les unes des autres.

Le huitième et dernier système des couches de charbon du bassin de la Haye-Longue, lequel porte le nom de Poirier-Samson, marqué *pp* sur le plan, est séparé du précédent par un poudingue grossier. Sa puissance moyenne est de 200 mètres. Il ne contient que deux veines de charbon, jusqu'à présent assez mal connues. Des couches puissantes de grès et de schistes noirs, avec empreintes végétales, dont beaucoup appartiennent à des fougères,

sont interposées entre ces deux veines de charbon. On les désigne sous les noms suivants :

24. Veine de la Richardière, dont la puissance est de....... $0^{m},60$

25. —— du Poirier-Samson, *idem*..................... 0 ,80

Le charbon que produisent ces deux couches, d'assez bonne qualité, peut être employé à la forge. Il dégage de l'hydrogène carboné.

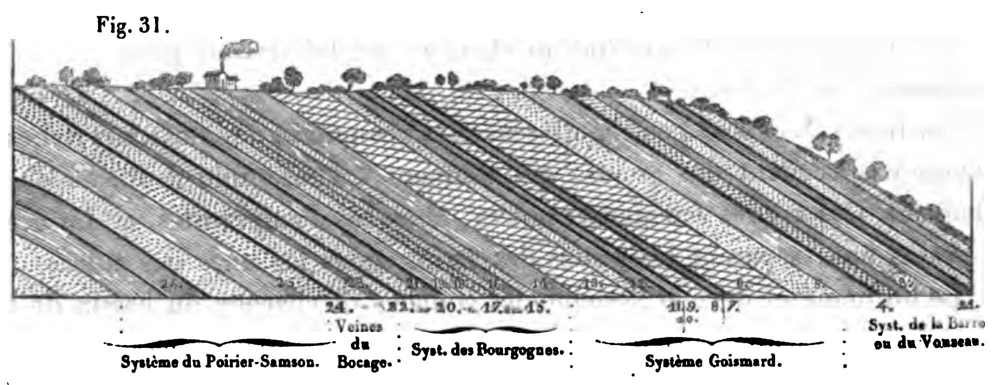
Ces différentes couches de charbon se prolongent, mais avec des puissances variables, dans toute la longueur de la bande anthraxifère; elles s'amincissent beaucoup vers ses deux extrémités, et, jusqu'à présent, les exploitations les plus importantes sont situées vers son milieu.

Veines exploitées à Montrelais et à Mouzeil.

Les veines exploitées dans la mine de Montrelais paraissent appartenir au système de la Barre, et celles exploitées à Mouzeil sont dans le prolongement du système des Bourgognes.

La concession de la Haye-Longue s'étend sur les différents groupes de couches d'anthracite que nous venons d'indiquer; mais la plus grande partie des travaux de cette mine ont lieu sur les quatre derniers systèmes, c'est-à-dire sur les couches de la Barre, de Goismard, des Bourgognes et du Poirier-Samson. Le chemin d'Ardenay, qui traverse ces différentes couches à peu près perpendiculairement à leur direction, les recoupe toutes, et fait, en outre, connaître l'épaisseur des couches de grès, de schiste et de pierre carrée, qui composent le terrain anthraxifère des bords de la Loire. Nous terminerons ce que nous croyons utile de dire sur ce terrain par l'énumération des différentes couches que l'on voit dans cette coupe.

Fig. 31.



Coupe du terrain anthraxifère le long du chemin de la Rue. (YY du plan, pag. 226.)

ORDRE DE SUCCESSION DES COUCHES À PARTIR DU NORD.

(Les numéros se rapportent à la coupe précédente.)

Succession des couches près d'Ardenay.

1.	Grande veine du Vouzeau	1m,50
2.	Schiste noir micacé	1 ,60
3.	Grès et schistes séparant le système de la Barre du système Goismard	50 ,00
4.	Veine du Chêne	0 ,40
5.	Grès et schistes en couches très-régulières	50 ,00
6.	Pierre carrée	40 ,00
7.	Veine de la Recherche	10 ,40
8.	Pierre carrée	10 ,00
9.	Petite veine Goismard	0 ,51
10.	Pierre carrée	1 ,20
11.	Grande veine Goismard	0 ,70
12.	Grès et schistes très-durs	20 ,00
13.	Pierre carrée et poudingue à ciment de pierre carrée	50 ,00
14.	Schistes tendres jaunâtres	30 ,00
15.	Grès régulier	2 ,00
16.	Schistes feuilletés et grès	20 ,00
17.	Poudingues et grès à gros grains	3 ,00
18.	Grès à grains fins	} 20 ,00
19.	Schistes noirs	
20.	Veine du nord des Bourgognes	1 ,00
21.	Grès à grains fins et schistes feuilletés	38 ,00
22.	Veine du centre	0 ,50
23.	Grès et schistes feuilletés	35 ,00
24.	Veine du sud	2 ,00
25.	Schistes, grès et poudingues	30 ,00
26.	Naissance du système du Poirier-Samson	11 ,00
		428 ,81

L'inclinaison de ces différentes couches est de 35 à 40° vers le N.

Les couches de charbon présentent, dans la mine de la Haye-Longue, des étranglements et des renflements quelquefois assez considérables; fréquemment, en outre, elles sont fortement pliées. Les contournements

sont, pour la plupart, dus à des mamelons plus ou moins saillants, sur lesquels les couches se sont moulées. On a rencontré un de ces contournements dans le puits du Bocage, percé sur le système des Bourgognes. Cet accident nous paraît dû à des masses de porphyre quartzifère, qui, n'ayant pu s'élever jusqu'à la surface du sol, ont simplement forcé les couches à se plier autour d'elles.

Bande devonienne dans la Sarthe et la Mayenne.

La partie anthraxifère du terrain de transition forme une seconde bande parallèle à celle que nous venons de décrire, qui traverse les départements de la Sarthe et de la Mayenne, suivant une ligne qui se dirige de l'E. 25° S. à l'O. 25° N. Cette bande se rétrécit en avançant vers l'O. Sa largeur, qu'on peut évaluer à 26,000 mètres dans la Sarthe, se réduit à 12,000 seulement en pénétrant dans le département d'Ille-et-Vilaine. Cette seconde bande devonienne est, en tout, semblable à celle qui longe les bords de la Loire. Elle se compose de couches de grès, de graüwacke schisteuse, de schiste, de calcaire et d'anthracite; on y rencontre, en outre, des masses amphiboliques et des masses feldspathiques aplaties et parallèles à la stratification. Ces amas allongés paraissent, dans quelques cas, appartenir au terrain anthraxifère; mais, en réalité, elles y sont étrangères. La mine de Fercé, dans le département de la Sarthe, présente un exemple très-remarquable de ces filons stratiformes. La roche amphibolique y forme, au midi de la veine de charbon, une masse régulière parallèle à la stratification, et qui s'étend, sous forme de couche, sur une grande étendue. Dans la mine de Gomer, exploitée sur le prolongement de la veine de Fercé, la roche amphibolique se montre, au contraire, avec des caractères évidents de postériorité; elle y constitue une masse conique, qui a soulevé toutes les couches du terrain anthraxifère et les a forcées à se rompre. La position anomale de la roche amphibolique, dans la mine de Gomer, montre avec évidence que la régularité qu'elle affecte dans celle de Fercé n'est qu'apparente, et qu'elle y forme une de ces masses minérales désignées sous le nom de *filon-couche*.

L'anthracite alterne, à plusieurs reprises, avec le calcaire et le schiste argileux noir. M. Blavier annonce, dans l'ouvrage qu'il a publié sur la géologie du département de la Sarthe[1], que le bassin anthraxifère y forme

[1] *Essai de statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne*, par M. Ed. Blavier, ingénieur au corps royal des mines, p. 68.

cinq bandes plus ou moins longues, toutes parallèles à la direction générale des couches du terrain de transition.

« La plus considérable, dit M. Blavier, traverse le département, de Cossé-« en-Champagne à Bourgon, avec une largeur moyenne de 3 à 4 kilomètres.

« Les quatre autres, beaucoup plus courtes et plus minces, s'étendent : « la première, sur Saint-Berthevin, Laval et Fercé; la seconde, de Preaux à « Anvers-le-Hamon (Sarthe); la troisième, sur Beaumont, Saint-Loup et « Boissay; et enfin la quatrième, sur Grez-en-Bouère et Saint-Brice.

« Ces bandes de calcaire et d'anthracite, à l'exception de celles de Laval, « pénètrent dans la Sarthe et y sont recouvertes, à une petite distance des « limites des deux départements, par les calcaires secondaires. »

Les couches d'anthracite de la Mayenne et de la Sarthe se prolongent rarement avec une allure constante sur une étendue un peu considérable; elles forment des espèces d'amas lenticulaires, qui s'amincissent, en général, sur leurs bords latéraux et dans la profondeur. Le nombre de ces couches paraît peu considérable, et presque toutes les exploitations de la Mayenne et de la Sarthe ne présentent qu'une seule veine, laquelle se divise quelquefois, à la vérité, en deux branches, et simulent deux couches: mais bientôt ces deux branches se réunissent pour se séparer de nouveau. Le bassin de la Baconnière offre une exception remarquable à cette espèce de règle: on y connaît, au contraire, un grand nombre de veines resserrées dans un assez petit espace.

L'anthracite est ordinairement intercalé entre des couches de schiste argileux, noirâtre ou grisâtre, présentant des impressions végétales assez abondantes. Le calcaire n'a pas été trouvé en contact immédiat avec le charbon; mais, dans quelques cas, il en est très-rapproché (15 ou 20 mètres au plus), et, en général, peu éloigné.

Calcaire supérieur près Sablé.

Le calcaire prend parfois un grand développement et une prédominance marquée, notamment dans les environs de Chemeré et de Sablé, où il forme la partie supérieure du terrain. La présence, dans le calcaire de Sablé, de productus et de plusieurs fossiles analogues à ceux que l'on trouve dans le calcaire du Derbyshire, a engagé plusieurs géologues à associer le calcaire supérieur du terrain devonien au calcaire métallifère. L'alternance que nous venons d'indiquer entre les différentes roches de ce terrain ne nous permet pas d'adopter cette opinion. Le calcaire de Sablé est d'un beau

noir; il contient de nombreux fossiles : les principaux sont des térébratules, des productus, des orthocères et des amplexus. Ce dernier fossile est caractéristique de ce calcaire supérieur; il est ordinairement très-abondant et atteint des dimensions qui ne lui sont pas habituelles. On n'y a pas encore trouvé de trilobites.

Cette partie supérieure du terrain silurien se retrouve dans le bassin du Finistère, quoique dans cette localité il n'y ait pas d'anthracite : la succession des couches, l'existence d'un poudingue qui sépare les schistes, et quelques impressions végétales, conduisent à cette conclusion.

Des couches métamorphisées.

Les altérations des roches du terrain de transition ont eu lieu par la chaleur continue à laquelle ces terrains ont été soumis, ainsi que par le contact immédiat des granites et des porphyres. Ces dernières altérations sont, en général, prouvées par le changement dans les caractères de ces roches au voisinage des produits ignés. On peut également conclure cette découverte de la géologie moderne par l'examen des dislocations que les couches stratifiées présentent partout où les porphyres se montrent au jour. On les voit, en général, se relever vers ces masses ignées, et souvent ces dernières poussent des ramifications au milieu de ces couches : leur postériorité est donc évidente. Mais on rencontre, en outre, en Bretagne, plusieurs localités où ce métamorphisme est, pour ainsi dire, matériel. Ce phénomène est mis dans tout son jour à la butte de Saint-Clément-de-la-Leu, près Saint-Georges-sur-Loire, localité dont nous avons déjà donné le dessin, page 197. Le porphyre quartzifère y forme un monticule qui s'est élevé au milieu du terrain anthraxifère, en en rejetant les couches de tous côtés. Le schiste qui appartient à ce terrain, noir et micacé, à une certaine distance du porphyre, devient tout à coup d'un gris verdâtre et satiné, et, au contact même, il est amygdalaire. La séparation du schiste et du porphyre est encore très-marquée, malgré l'altération éprouvée par cette première roche. En effet, le schiste a conservé sa structure caractéristique, tandis que le porphyre forme une masse non stratifiée, différente par son aspect et sa couleur. On ne peut donc se méprendre sur leur séparation; cependant le schiste contient, au contact avec le porphyre, de nombreuses amandes et des vacuoles, dont la proportion diminue à mesure que l'on s'éloigne de la ligne de jonction des deux roches.

A Paimpol, le même phénomène se représente sur une échelle beau-

coup plus grande : tous les schistes qui forment la pointe de Guilben et celle de Beaufort sont à l'état amygdalaire, quoiqu'ils aient conservé une disposition généralement schisteuse, de sorte que, de loin, on ne peut pas juger de l'altération du terrain. Mais, quand on l'étudie avec soin, on reconnaît que ces schistes contiennent des rognons d'amygdaloïdes qui sont entourés et se fondent, pour ainsi dire, dans le schiste, qui est verdâtre et talqueux. Toute la roche est devenue dure; elle a pris une cassure esquilleuse, habituelle seulement aux roches qui possèdent un certain état cristallin, et qu'elle doit à l'action des porphyres qui se montrent au jour dans plusieurs points de la baie de Paimpol. Les rognons amygdalaires seraient des parties fondues qui auraient été cristallisées, tandis que les caverneuses auraient seulement été ramollies.

Matériaux de construction fournis par les terrains de transition.

Les roches anciennes et les terrains de transition fournissent de nombreux matériaux de construction; mais la pierre à chaux, le charbon et l'ardoise sont, surtout pour les provinces de l'O., des produits de la plus haute importance. Par une circonstance singulière, que la nature aime quelquefois à reproduire, ces matières premières se trouvent réunies près d'Angers, déjà si favorisé par sa position au confluent de trois rivières navigables; aussi le commerce des ardoises a-t-il pris une extension considérable, et cette ville en exporte annuellement pour 1,500,000 francs. Les ardoisières emploient ensemble une population de près de deux mille ouvriers.

L'extraction des ardoises se fait par des carrières à ciel ouvert, dont les dimensions gigantesques répondent à l'immensité de ce commerce : plusieurs ont plus de 100 mètres de profondeur sur une surface de 4,000 mètres carrés. L'œil se perd au fond de ces vastes entonnoirs; les hommes qui y travaillent échappent presque à la vue, et les machines d'extraction suspendues sur ces abîmes paraissent si frêles, qu'on ne peut se défendre d'un mouvement d'étonnement et de crainte quand on les visite.

Les travaux de mines, regardés généralement comme dangereux, le sont cependant moins que l'exploitation de ces carrières profondes, dans lesquelles les moindres éboulements produisent souvent de véritables avalanches.

Le dessin ci-après, que nous devons à la complaisance et au talent de M. le vicomte d'Archiac, représente une de ces carrières. L'auteur y a indiqué avec soin la disposition générale des machines d'extraction et du gisement. On

Fig. 32.



Dessiné par M. le Vicomte d'Archiac. Imprimerie Royale

Ardoisière du grand Carreaux,
près d'Angers *(profonde de 105 mètres).*

remarque, sur la droite du dessin, que les couches de schistes sont inclinées vers le N. E., tandis que les lits des ardoises sont presque verticaux. Cette circonstance, qui se représente dans beaucoup de localités, montre que la fissilité de l'ardoise est due à un phénomène particulier, à une espèce de cristallisation postérieure au dépôt, et indépendante de la stratification.

Les lignes horizontales que l'on observe sont, pour la plupart, des traces de gradins qui ont servi à l'exploitation.

La nature du charbon exploité, soit sur les bords de la Loire, soit dans les environs du Mans, ne permet pas de l'employer au travail du fer; il est presque exclusivement livré aux chaufourniers: il en résulte que sa consommation ne s'étend que dans un rayon peu étendu. Néanmoins son extraction, qui s'élève, pour les mines de la Loire-Inférieure, de Maine-et-Loire et de la Sarthe, à 280,000 quintaux métriques environ[1], est bien loin de suffire à la consommation. Les avantages immenses de l'emploi de la chaux pour l'agriculture, dans ces contrées dont le sol est généralement froid, ont convaincu les plus incrédules, et cet engrais est maintenant recherché de tous les cultivateurs. L'exploitation du charbon près Sablé, qui remonte seulement à l'année 1816, a produit une véritable métamorphose dans ce pays: les champs, qui restaient en jachères pendant dix à quinze ans, se reposent maintenant au plus trois ans, et le capital représenté par la terre, dans les pays où la chaux peut arriver, a plus que triplé.

Minerais métalliques.

La Bretagne possède plusieurs mines de plomb: celles de Poullaouen et de Huelgoat, situées à quelques lieues au S. de Morlaix, sont les seules importantes. Plusieurs autres gisements analogues ont été abandonnés, soit que le produit ne couvrît plus les dépenses, comme pour la mine de Château-Laudren, soit par des circonstances fortuites, comme cela a eu lieu pour la mine de Pompéan près Rennes, qui était en pleine activité à l'époque de la guerre de la Vendée.

La mine de Poullaouen est exploitée sur un filon puissant, encaissé dans la graüwacke: il se dirige du N. 22° O. au S. 22° E., avec une inclinaison de 45° vers le N. E. Les travaux d'exploitation y ont été poussés sur une distance horizontale de 1,500 mètres; ils descendent à une profondeur de 190 mètres. Outre le filon actuellement en exploitation, on connaît à Poul-

[1] *Compte rendu des travaux des ingénieurs des mines*, pour l'année 1838, pag. 179.

laouen plusieurs autres filons. Les anciens travaux, que l'on désigne sous le nom de *vieille mine*, ont eu pour objet un filon dont la direction est N. 38° E., et son inclinaison de 50° vers le S. E.

La mine de Huelgoat, située à 2,000 mètres au S. E. du bourg de ce nom, est exploitée sur un filon très-puissant et d'une régularité remarquable, qui plonge de 70° vers le N. E. Il a été reconnu sur une étendue de 1,000 mètres. Les travaux s'étendent en profondeur jusqu'à 265 mètres. Il est encaissé dans un schiste argileux noir, qui appartient à l'assise supérieure du terrain silurien. Le filon d'Huelgoat contient, outre le sulfure de plomb ou minerai de plomb, un minerai de fer riche en argent: ce minerai, connu sous le nom de *terres rouges*, à cause de la couleur que lui communique le fer, contient, dans quelques parties du filon, jusqu'à quinze onces d'argent au quintal. Ce métal s'y trouve, à la fois, à l'état natif et à l'état de chlorure. Il existe encore, dans la mine de Huelgoat, plusieurs autres substances qui rendent ce filon d'un haut intérêt pour la minéralogie; les principales sont : du plomb phosphaté, du plomb carbonaté, du plomb gomme, de la laumonite et des phospho-sulfates.

Les départements O. de la France possèdent, en outre, trente-neuf hauts fourneaux[1]. Le minerai qu'ils emploient appartient, pour la plus grande partie, aux terrains tertiaires; mais, d'après les observations récentes de M. Lorieux, ingénieur des mines, les terrains de transition fournissent aussi une proportion assez notable des minerais de fer exploités dans les départements O. de la France : ils y existent à la ligne de contact de ces terrains et des roches anciennes. C'est un exemple de plus à ajouter à ceux que l'on connaissait déjà de ce gisement remarquable.

L'influence de la nature des roches sur la fertilité du sol et sur le genre de culture est très-remarquable; souvent elle suffit pour indiquer au géologue la différence des terrains. Le sol formé de la destruction des granites et des roches feldspathiques produit à peine du blé noir; le terrain de transition, beaucoup plus fertile, donne, dans quelques circonstances, des récoltes abondantes, et les pâturages y sont toujours excellents, excepté cependant dans les parties formées par le grès: sur ce sol, ordinairement maigre, il croît à peine des ajoncs et des bruyères rabougries. Du reste,

[1] *Compte rendu des travaux des ingénieurs des mines*, pendant l'année 1838, pag. 149.

dans beaucoup de parties de la Bretagne, la présence des landes n'est pas toujours une preuve de l'infertilité du sol : elle est due à l'insuffisance de la population; mais alors les landes sont vigoureuses et touffues, tandis que, dans les terrains sablonneux, elles sont grêles et clair-semées. Les lambeaux de terrains tertiaires qui recouvrent quelques plateaux sont tous d'une stérilité remarquable. L'humidité constante qu'entretient la proximité de la mer donne aux prairies des côtes une grande valeur. Dans la Vendée, elles forment la principale culture du pays. L'éducation des bestiaux, qui en est une conséquence, a engagé les habitants à diviser leurs propriétés par des haies vives, reliées entre elles par des chênes plantés irrégulièrement. Ces haies nombreuses, qui donnent à cette contrée l'aspect d'une vaste forêt, l'ont fait désigner sous le nom de Bocage.

CHAPITRE IV.

MASSIF DES ARDENNES.

Situation de l'Ardenne.

L'extrémité septentrionale du département des Ardennes s'étend en pointe sur un massif de terrain, dont la plus grande partie est située en dehors des frontières actuelles de la France, et qui forme une région naturelle dont il est nécessaire de donner, en peu de mots, une idée générale, avant de décrire spécialement la petite partie que la France en possède.

M. d'Omalius d'Halloy, dans son Essai sur la géologie du nord de la France, publié dans le *Journal des mines* en 1808, a, le premier, fait connaître avec précision les rapports qui existent entre la géographie physique de ces contrées et leur constitution géologique. Il a fait remarquer que, lorsqu'on considère d'une manière générale les pays compris entre l'embouchure de l'Escaut et une ligne tirée d'Arras à Sarrebruck, on voit qu'ils se divisent en deux zones, l'une élevée et montueuse au S. E., l'autre basse et unie au N. O.

« . . . . Le pays montueux au S. E., disait M. d'Omalius[1], est traversé, « dans toute sa longueur, par une bande aride, formée de ce terrain que « j'ai appelé *de formation ardoisière*, qui s'étend depuis le département de la « Roër (environs d'Aix-la-Chapelle) jusqu'à celui des Ardennes, et qui forme « une région très-bien caractérisée, qu'on désignait déjà du temps de César « sous le nom d'*Ardenne*.

Forme générale de l'Ardenne.

« Entre l'Ardenne et la Flandre, il y a une seconde chaîne qui fait, en « quelque manière, l'intermédiaire entre ces deux extrêmes, et dont le « sol appartient à la formation bituminifère (nommée depuis *anthraxifère*). « Je le distinguerai par le nom de *Condros*, que l'usage vulgaire applique à « la majeure partie de cette étendue. L'Ardenne s'unit, par son extrémité « N. E., à une autre masse de pays montueux, qui décrit, pour ainsi

[1] *Essai sur la géologie du nord de la France*, par J.-J. d'Omalius d'Halloy. (*Journal des mines*, tom. XXIV, pag. 123, 1808; et Mémoires pour servir à une description géologique des Pays-Bas, de la France et de quelques contrées voisines, par le même auteur, p. 104, 1828.)

« dire, le second côté d'un angle aigu. Cette masse se prolonge du département de la Roër (environs d'Aix-la-Chapelle) à celui de la Moselle, et « est traversée par la rivière de ce nom, qui, faute d'un meilleur moyen de « division, me servira à la partager en deux régions. Celle qui est au N. « est connue sous le nom vulgaire d'*Eifel*. La partie méridionale comprend « les plateaux élevés du *Hundsruck*. »

L'Ardenne, a dit encore M. d'Omalius d'Halloy, a la forme d'une demi-lune placée dans la direction du S. O. au N. E. et renflée à son extrémité septentrionale[1], ou, si l'on veut, « elle forme une espèce d'ellipsoïde renflée « dans l'intérieur, terminée par une pointe recourbée, et dont le grand diamètre, dirigé du N. E. au S. O., est long de plus de 20 myriamètres. « Cette ellipsoïde a son sommet entre Düren et Eschweiler (à l'E. d'Aix-la-Chapelle), et, à partir de ce point, ses limites, au N. O., passent par les « environs d'Eupen, Spa, Ferrières, Marche, Vellin, Givet, Couvin, en se « terminant vers Hirson (département de l'Aisne), d'où elles se dirigent à « l'E. et au N. pour rejoindre le point de départ, en passant par Maubert-« Fontaine, Mézières, Sedan, Florenville, Osperen, Diekirck, Prüm, Cro-« nenburg et Gemund, etc. Elle est bornée, au N. E., par le Condros et le « Hainaut; au S. E., par l'Eifel et le Luxembourg. Cette démarcation, « fondée, comme on le verra plus loin, sur l'existence d'un terrain particu-« lier, est en rapport avec l'usage vulgaire, qui a toujours appliqué le nom « d'*Ardenne* à cette étendue, quelles qu'aient été les divisions politiques « qu'on y a successivement établies[2]. »

La région naturelle, dont nous venons d'indiquer la circonscription, se distingue, en effet, d'une manière si nette, des contrées qui l'environnent, qu'elle n'a pu manquer de produire, dans l'esprit des habitants, une image à part, à laquelle un nom a été associé presque aussitôt qu'on en a adopté pour les rivières ou pour les montagnes isolées.

Origine du nom de l'Ardenne.

L'*Ardenne*, dont les forêts ont toujours été un des caractères distinctifs, faisait partie de la *silva Arduenna* des Romains, qui commençait aux limites du Tournaisis et du pays Rémois, et s'étendait jusqu'au Rhin. Ce nom de *silva Arduenna* n'était qu'une latinisation du nom donné par les

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Mémoires géologiques*, pag. 104.

[2] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Journal des mines*, tom. XXIV, pag. 351.

Gaulois ou les Celtes, qui, suivant M. Clère[1], était *Arden*, et signifiait forêts.

M. Coquebert de Montbret assigne[2] au mot d'*Ardenne* une étymologie différente, quoique toujours celtique et toujours dérivée des caractères physiques de la contrée. D'après ce savant, *ard*, dans la langue gallique, exprime élévation, et *bhenn*, qu'on prononce *venn*, signifie montagne. Ainsi *ard-venn* veut dire montagne élevée. On lit ordinairement *Arduenna;* mais le *v* et l'*u* ne sont devenus des lettres distinctes que dans des temps assez récents.

Je ne prétends préconiser ni l'une ni l'autre de ces deux étymologies; je me permettrai même de consigner ici quelques remarques qui ne sont d'accord ni avec l'une ni avec l'autre, et dont la science des étymologies me semblerait devoir rendre compte, avant de chercher à nous expliquer l'origine du nom de l'Ardenne et de ceux des contrées adjacentes. Au S. et à peu de distance de l'*ARdenne*, se trouve l'*ARgonne*, qui est aussi une vaste forêt, mais d'un caractère topographique bien différent de celui de l'Ardenne, ainsi qu'on le verra au chapitre X consacré au terrain crétacé dans le N. de la France. A l'O. de l'Ardenne, se trouvent l'*ARtois* et la *PicARdie*, deux contrées dont les caractères topographiques diffèrent beaucoup, à la fois, de ceux de l'*ARdenne* et de l'*ARgonne*, et qui, même de nos jours, sont encore riches en forêts. On retrouve aussi l'initiale AR dans le mot AR*morique*, nom celtique de la Bretagne, qui était et est encore elle-même un pays de bruyères et de forêts.

Ne serait-il pas naturel de croire que la syllabe *AR*, commune à tous ces mots, signifie forêt, et que les syllabes qui y sont ajoutées expriment le caractère de ces forêts? Ne peut-on pas supposer, par exemple, que la syllabe *venn*, qui est l'ancienne finale du mot Ardenne, et qu'on retrouve presque sans altération dans le mot *veenen*, encore usité dans le bas allemand de ces contrées, et mieux encore dans le mot *venn* écrit sur les cartes, exprimait alors, comme *veenen* et *venn* expriment encore aujourd'hui, la même chose que le mot *fagne*, qui, dans ces contrées, veut dire plateau marécageux? Dans cette hypothèse, l'Ardenne, comparée aux forêts des

[1] Clère, *Formation ardoisière des Ardennes.* (*Annales des mines*, 2e série, t. VIII, pag. 423.)

[2] Coquebert de Montbret, *Tableau minéralogique des Ardennes.* (*Journal des mines*, t. XVI.)



contrées voisines, aurait été désignée comme *la forêt aux plateaux marécageux;* et on va voir que tel est, en effet, le caractère général de sa topographie.

J'ai à peine besoin d'ajouter que j'attache peu d'importance à ces conjectures ; je ne me suis permis de leur donner place ici que pour mieux faire comprendre dans quel sens je conçois que le mot *Ardenne*, lors de la formation du langage des premiers habitants du pays, a dû représenter le contraste qui existe entre cette région et les contrées circonvoisines.

Ce contraste est, en effet, très-frappant. L'Ardenne s'étend des sources de l'Aisne à celles de la Roër, entre les plaines fertiles et basses de la Belgique et les plaines sèches et ondulées de la Champagne et du Luxembourg, en formant, à l'horizon de ces plaines, comme un mur d'une haute urpresque uniforme, ce qui résulte de ce qu'elle constitue un grand plateau plus élevé que les contrées environnantes, et presque uni, entamé seulement par des vallées plus ou moins profondes. Vue de plus près, ou vue d'un point culminant de sa propre surface, l'Ardenne présente comme une foule de coteaux très-faiblement ondulés qui s'élèvent jusqu'à un niveau constant, ou une série de plateaux qui fuient les uns derrière les autres. **Caractères distinctifs de l'Ardenne.**

Les compartiments dans lesquels le massif général de l'Ardenne se trouve divisé par les vallées forment autant de plateaux partiels, qui sont quelquefois tellement unis, que les eaux y sont stagnantes et en forment des déserts humides, connus sous le nom de *fagnes* ou *fanges*. Ce caractère se développe de plus en plus à mesure que l'on avance vers le N. E., et les fagnes les plus remarquables sont celles de Montjoie, entre cette ville, Malmedy et Spa.

Cette dernière contrée porte, en bas allemand, le nom de *Hooge-Veenen*, (dans l'allemand écrit, *Hohe-Veen*), d'où l'on a fait, dans le patois français ou wallon, celui de *Hautes-Fagnes*. C'est un plateau marécageux couvert de tourbes, de bruyères et de quelques buissons, d'où se précipitent en cascades les sources de différentes rivières qui coulent dans toutes les directions vers la Meuse, la Moselle et le Rhin. L'Ardenne se termine à ces marécages élevés, à partir desquels commence l'Eifel, qui s'avance vers les bords du Rhin et de la Moselle. **Hautes-Fagnes**

Ces parties de l'Ardenne, les plus avancées au N. E., dans lesquelles son caractère topographiqne spécial, celui d'un grand plateau humide dé-



coupé dans des vallées, se développe de plus en plus, sont en même temps les plus élevées de tout le massif. Le point culminant de la partie française des Ardennes paraît être la Bergerie, au S. E. de Fumay, qui, d'après la nouvelle carte de France, atteint 492 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer. Ce point est même le plus élevé que présente la partie septentrionale de la France actuelle, au N. O. de la ligne tirée d'Angoulême à Nancy; mais, à mesure qu'elles s'avancent vers le N. E., sur le territoire de la Belgique, les Ardennes s'élèvent insensiblement, de manière qu'elles atteignent, dans le plateau des Hautes-Fagnes, entre Spa, Malmedy et Montjoie, 2,140 pieds ou 695 mètres de hauteur. Vers le S. O., au contraire, leur hauteur diminue de plus en plus, de manière que le point le plus élevé de la rive gauche de la Meuse, qui est dans le bois des Marquisades, au S. O. de Laifour, n'a que 407 mètres, et qu'elles s'abaissent jusqu'à 237 mètres, au hameau dit la Rue-d'Ardennes, sur la rive droite de l'Oise, près de Mondrepuis, où elles se terminent. La hauteur de leurs plateaux va ainsi en s'élevant de l'O. S. O. à l'E. N. E., comme les marches d'un escalier très-doux, dont les hautes fagnes de Montjoie formeraient le pallier supérieur.

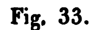
Hauteurs des diverses parties de l'Ardenne.

Il résulte des traits généraux qui viennent d'être signalés, que l'Ardenne est bien loin de présenter cet assemblage de pics ou de crêtes plus ou moins dentelées auxquels la plupart des chaînes de montagnes doivent leurs caractères pittoresques. Au contraire, suivant la remarque, aussi juste que bien exprimée, de M. d'Omalius d'Halloy, « cette contrée, « dans son état naturel, s'il est permis de s'exprimer de la sorte, n'est pas « très-montueuse; on y voit même[1] des suites considérables de plateaux « qui ne présentent que de légères ondulations. Mais, dans les parties « traversées par quelques rivières un peu importantes, telles que la Meuse, « la Semois, l'Ourthe, la Warge, la Roër, etc., elle est déchirée par une multitude de vallées et de gorges extrêmement profondes, souvent très-resserrées, qui présentent des escarpements de plus de 200 mètres de hauteur verticale. On peut, pour ainsi dire, considérer chacune des vallées

Vallées de l'Ardenne.

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Journal des mines*, tom. XXIV, pag. 353, 1808. Voyez aussi *Mémoires pour servir à la description géologique de la France, des Pays-Bas et de quelques contrées voisines*, par M. d'Omalius d'Halloy, pag. 106, 1828.

« où coulent ces rivières principales, comme des espèces de tiges d'où « partent une infinité de rameaux secondaires, qui s'étendent sur les côtés « en sillonnant toute la surface voisine. Il résulte de cette disposition que « cette région renferme des cantons très-montueux et d'autres presque plats. » Les sommets des plateaux sont à peu près de la même hauteur, au moins dans un même canton; d'où résulte, pour l'ensemble du massif, la silhouette unie et monotone que nous avons déjà signalée. Le dessin ci-dessous donnera une idée de cette disposition du terrain.


Fig. 33.



Disposition générale des vallées et des plateaux des Ardennes.

L'Ardenne n'est donc montueuse que par suite de l'existence de ses vallées, et ce n'est que dans leurs flancs que se retrouve l'âpreté de formes, propre, en général, aux parties élevées de la surface du globe. Si ces vallées étaient nivelées et que les plateaux fussent, par cela seul, raccordés les uns aux autres, l'Ardenne présenterait, comme les steppes granitiques de l'Ukraine, une surface très-unie.

Ainsi que l'a remarqué M. Rozet[1], les compartiments que déterminent les vallées dans le massif général de l'Ardenne, et qui sont ordinairement terminés par des plateaux plus ou moins étendus, offrent souvent des flancs très-inclinés et même des escarpements presque à pic. On en voit de nombreux exemples le long du cours de la Meuse et de celui de la Semois, à Monthermé, Château-Regnault, etc. Quand les intervalles des vallées ne sont pas assez larges pour former des plateaux, ils constituent parfois des sommités arrondies. Lorsque les parois des vallées sont coupées à pic ou fortement inclinées, cela a lieu, ainsi que le remarque M. Clère[2], tantôt selon le sens de la direction des couches, de manière à laisser à découvert

[1] Rozet, *Notice géognostique sur quelques parties du département des Ardennes et de la Belgique.* (*Annales des sciences naturelles*, t. XIX.)

[2] Clère, *Formation ardoisière des Ardennes.* (*Annales des mines*, 2e série, t. VIII, pag. 424.)

les bancs de roches, tantôt perpendiculairement à l'allure des assises qui ne montrent que les tranches de leurs feuillets. Dans quelques cas assez rares, on remarque des crêtes étroites, où les couches de quartzite, ayant plus résisté à la destruction que celles du schiste, donnent naissance à quelques petits pics; on en voit de très-aigus dans les flancs de la vallée de la Meuse, aux environs de Nouzon. Les revers des coteaux opposés aux parties escarpées présentent communément des pentes douces couvertes de végétation.

Souvent les flancs des vallées coupent presque abruptement la surface des plateaux; mais, dans beaucoup d'autres cas, les flancs rectilignes des vallées s'arrondissent vers leur partie supérieure, et viennent ainsi se raccorder avec la surface des plateaux arrondis eux-mêmes vers les bords. Les vallées commencent ordinairement par un évasement à pentes douces. Dans les cantons où naissent à la fois un grand nombre de vallons qui se dirigent en différents sens, comme aux environs de Bastogne, le sol devient ondulé.

Le contraste frappant qui existe entre l'âpreté des flancs des vallées et les formes douces et arrondies des plateaux et des masses ondulées qui forment la surface générale de l'Ardenne, se présente aussi entre les formes générales du massif des Ardennes comparées à celles de beaucoup d'autres régions montagneuses, telles que les Alpes et les Pyrénées.

Antiquité de la surface de l'Ardenne.

Nous croyons devoir dire ici que ce contraste tient très-probablement à des différences dans l'antiquité de la mise à nu des diverses parties du terrain.

L'ouverture des vallées profondes, telles que celles de la Meuse, est, suivant toute apparence, infiniment postérieure au nivellement des plateaux mêmes de l'Ardenne, que des siècles sans nombre avaient usés et aplanis.

Aridité de l'Ardenne.

Indépendamment des caractères topographiques qui viennent d'être signalés, la nature géologique toute spéciale de l'Ardenne se manifeste encore à l'extérieur par l'influence que la nature de la roche exerce sur la terre végétale, et, par suite, sur la végétation. Aussi est-il bien rare que le voyageur attentif franchisse la limite de l'Ardenne, sans en être immédiatement averti par le changement qui se manifeste aussitôt autour de lui dans la nature du terrain, dans ses productions, ainsi que dans les habitudes, l'industrie et la manière de vivre des habitants.

Aux terrains calcaires ou meubles qu'il vient de parcourir, succède immédiatement un sol maigre, formé par les débris des schistes dont l'Ardenne est uniformément composée, et qui n'est favorable à aucun genre de végétation.

A la vérité, comme le remarque M. d'Omalius d'Halloy, « on y trouve « des forêts d'une étendue immense; mais la majeure partie du sol ne « présente que des landes qui forment, ou de vastes plateaux marécageux « absolument incultes, connus dans le pays sous le nom de *fagnes,* ou de « mauvaises pâtures, qu'on ne peut livrer à la culture qu'après un intervalle « de quinze à vingt ans, et par un procédé particulier appelé *essartage.* A « peine y a-t-il quelques vallées étroites qui offrent de véritables prairies et « des terres régulièrement cultivées[1]. » Les cultures se bornent presque uniquement au seigle, à l'avoine et aux pommes de terre; le blé en est à peu près exclu. Les landes sont couvertes de bruyères, de fougères et de genêts, et les forêts sont composées de charmes, de hêtres, de chênes, de bouleaux, de coudriers, etc. L'absence des pins, des sapins, et de tous les arbres résineux, mérite d'être signalée.

Saillie du bord méridional de l'Ardenne.

Le bord de l'Ardenne n'est nulle part plus distinctement marqué que du côté du S. O.; il forme le trait principal du riant panorama que présentent à l'œil de l'observateur les rives animées de la Meuse aux environs de Mézières et de Sedan. Ce rebord, brusquement saillant, couvert de sombres forêts, offre un contraste aussi agréable que frappant avec les terrains ondulés qu'on voit s'étendre à son pied méridional. Il semble former la limite du monde cultivé, et on est tenté de penser, au premier abord, que le département des Ardennes, malgré le nom qu'il porte, franchit ses limites naturelles en embrassant une partie de ce terrain sauvage et d'un aspect, pour ainsi dire, étranger. S'élevant comme un rempart naturel, il fait, des environs de Mézières et de Sedan, une espèce de *petite Provence* protégée contre les vents du N. et du N. O., qui communiquent à la Flandre, et même à l'Ardenne et à l'Eifel, toute l'incertitude et l'humidité du climat de la mer du Nord. Des avantages naturels aussi marqués ont, sans doute, contribué fortement à faire de ce bassin un centre d'industrie et d'activité.

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Journal des mines*, tom. XXIV, pag. 254, 1808.



Démarcation prononcée des limites de l'Ardenne.

Plus on regarde de près, plus la ligne de démarcation des deux régions paraît tranchée. Leur contraste, et la stratification non moins constante des couches calcaires qui forment le sol de la plaine et des roches schisteuses passant à l'ardoise qui constituent l'*Ardenne*, ont frappé de tout temps les observateurs, et se trouvent déjà parfaitement indiqués dans la description minéralogique de la France par Monnet, imprimée en 1780.

La ligne de jonction des deux terrains passe par Fligny, Signy-le-Petit, Rimogne, Charleville, Givonne, etc. Je citerai ici quelques-unes des expressions de Monnet, qui, dans leur forme surannée, sont d'une naïveté assez expressive.

« Fligny, dit Monnet[1], qui est un village à une lieue et demie de Layel, est le terme du pays à pierre calcaire au N. Là le terrain va en pente considérable, jusque dans un fond où se trouve *Signy-le-Petit*. On voit qu'à l'endroit où la pente est la plus rapide, la pierre calcaire disparaît pour faire place à l'ardoise ou roche ardoisée, qui fait le fond de tout le vaste pays qui est compris entre *Chimay, Couvin, Charleville, Bouillon* et l'*Abbaye de Saint-Hubert* dans les Ardennes... On peut voir sur la carte, dit toujours Monnet, la manière dont est arrangé ce pays et la forme qu'il observe entre les pays de nature différente qui l'entourent. Cependant la roche ardoisée ne paraît pas toujours seule...; et, quoique j'aie dit, ajoute-t-il encore, que le pays à pierre calcaire cesse au village de Fligny, on trouve néanmoins, de temps en temps, des couches de pierre calcaire qui s'avancent sur la roche ardoisée : mais ces couches sont d'étroites lanières et s'écartent à droite et à gauche, en sorte qu'en un endroit on voit paraître la roche ardoisée, et qu'en un autre on voit de la pierre calcaire...

« *Signy-le-Petit*, poursuit Monnet, est un beau bourg situé fort agréablement dans un fond très-ouvert, et bâti sur d'immenses bancs de roche ardoisée, perpendiculaires ou obliques, entre lesquels on aperçoit des petits lits de bonne ardoise, aussi perpendiculaires ou inclinés. Il y coule une petite rivière ou ruisseau d'excellente eau : car c'est une règle générale que l'eau qui passe et est battue entre des pierres intactes à l'eau, ou non dissolubles, est toujours très-pure et vive. »

De *Signy* à *Chimay*, dans une étendue de cinq lieues, le pays est extrême-

[1] Monnet, *Description minéralogique de la France*, pag. 88.

ment boisé; on ne trouve que ces mêmes roches ardoisées et quartzeuses. Mais Chimay est à la limite du terrain schisteux; et, au bas de la pente et dans la pente même du terrain qui est au-dessus de cette petite ville, on voit le marbre succéder à la roche ardoisée. Là commence, en effet, la grande bande du terrain appelé *anthraxifère* par M. d'Omalius d'Halloy, par laquelle le terrain ardoisier de l'Ardenne se trouve bordé au N. O.

Près de Rimogne, après avoir marché depuis Mézières sur le calcaire, on arrive aussi sur le terrain ardoisier qui, dans le village même de Rimogne, est l'objet d'importantes exploitations. De Rimogne à Fumay, on ne voit que des alternances de schiste ardoisier et de quartzite. Dans l'intervalle on trouve Rocroy, la seule ville de France bâtie sur le dos de l'Ardenne. Elle est située sur un terrain presque stérile et conséquemment peu cultivé. Au-dessous de la croûte de terre végétale, on ne trouve qu'une espèce de terre à four blanchâtre et propre à faire de la brique : cette terre n'est pas même propre à la nourriture des arbres, aussi y en a-t-il très-peu. Au-dessous de cette terre, on rencontre la roche ardoisée. De Rocroy à Couvin, on a la même nature de pays; mais, de Couvin à Marienbourg, on rentre dans le pays au marbre qui appartient au système anthraxifère.

Des circonstances analogues se manifestent sur la route de Sedan à Bouillon. Dès qu'on a passé le ruisseau qui traverse le village de Givonne[1] et qu'on commence à monter en suivant la route de Sedan à Bouillon, on voit des couches d'ardoise. De là jusqu'à Bouillon, on avance de plus en plus dans le pays des ardoises, qui ne présente aucune circonstance remarquable.

Tranchée de la Meuse.

La tranchée profonde et escarpée dans laquelle coule la Meuse, depuis Charleville jusqu'au delà de Fépin, entre Fumay et Givet, permet à l'œil de l'observateur de pénétrer dans la structure du sol de l'Ardenne, et lui en ouvre, pour ainsi dire, les entrailles. Ainsi que l'ont remarqué Monnet[2] et tous les géologues qui ont parcouru cette contrée, on voit paraître les roches ardoisées près de Charleville, des deux côtés de la Meuse, et là précisément où commence la gorge profonde dans laquelle coule cette rivière jusqu'à Fépin. La Meuse, après avoir décrit un grand demi-cercle

[1] Monnet, *Description minéralogique de la France*, pag. 108.

[2] Monnet, *ibid.*, pag. 106.

autour de Charleville, dans un fond très-large bordé de couches de pierre calcaire, s'engouffre, pour ainsi dire, entre deux côtes fort hautes et formées de roches ardoisées et d'ardoise véritable. Elle semble ainsi se dérober au sort qui lui était réservé : car, par une singularité remarquable, cette rivière, comme l'observe M. Boblaye[1], coule perpendiculairement au système de la plus grande pente de l'ensemble du pays, pour s'échapper, vers le N., par l'étroite et profonde coupure que lui présente l'Ardenne. Cette brèche n'a que la largeur du fleuve; ses berges, confondues avec les versants rocheux du plateau, s'élèvent rapidement à la hauteur de 400 à 500 mètres au-dessus de la mer. Les eaux de la Meuse, près de Laifour, étant à environ 130 mètres au-dessus de la mer, et les bords de la vallée dépassant souvent 400 mètres, sa profondeur s'élève à 270 mètres : c'est la déchirure la plus profonde que présente le sol de la moitié N. O. de la France actuelle, au N. O. d'une ligne tirée d'Angoulême à Nancy. On remarquera, cependant, que cette profondeur est, en réalité, peu considérable, même comparativement aux travaux des hommes, puisque beaucoup de mines atteignent une profondeur de 5 à 600 mètres, et que certains monuments, tels que la grande pyramide d'Égypte et la flèche de Strasbourg, atteignent des hauteurs de 146 et 142 mètres au-dessus de leur base.

Son origine probable.

Les deux côtés[2] de la gorge sont souvent coupés à pic, et en font un des sites les plus sauvages qu'on puisse voir, à tel point que la nudité, la sécheresse, l'aspect désolé de ces coteaux, les ont fait quelquefois surnommer la Sibérie de la France. Il y a des endroits où leurs crêtes ont plus de 130 mètres de hauteur d'un seul jet, par exemple devant *Fumay* et *Revin*. Quelquefois la tranchée s'élargit subitement : ainsi on y trouve la petite ville de *Revin*, bâtie sur un espace plat entouré par un contour de la Meuse, et *Fumay* est dans une position analogue. Ces deux petites plaines annulaires, entourées presque en entier par la Meuse, et dont le sol légèrement incliné au N. E., dans l'une comme dans l'autre, est formé par le terrain ardoisier, sont au nombre des phénomènes géologiques les plus remarquables que présente la tranchée de la Meuse. Elles peuvent servir à prouver que si,

[1] Boblaye, *Formation jurassique dans le nord de la France.* (*Annales des sciences naturelles*, t. XVII, pag. 37, 1829.)

[2] Monnet, *Description minéralogique de la France*, pag. 108.

d'une part, cette brèche, qui ouvre si merveilleusement le rempart de l'Ardenne, doit presque nécessairement son origine première à une fissure, de l'autre son élargissement ne peut être attribué qu'à un vaste déblai, probablement violent et rapide, comme les courants diluviens.

Composition de l'Ardenne; terrain ardoisier.

L'Ardenne doit son aspect uniforme à l'uniformité du terrain qui la compose, et que M. d'Omalius d'Halloy a nommé depuis longtemps *terrain ardoisier*. Ce terrain justifie le nom créé par l'habile et ingénieux observateur que je viens de citer, non-seulement parce qu'on y trouve de nombreux bancs d'ardoise, mais parce qu'il présente partout des roches schisteuses dont l'ardoise véritable n'est qu'une manière d'être, qui y passent fréquemment, qui souvent paraissent être formées de la même étoffe que l'ardoise, et qui, lorsqu'elles s'en écartent le plus, rappellent encore presque toujours l'ardoise par de nombreux caractères, dont le plus persistant est la schistosité.

D'après M. d'Omalius d'Halloy, que nous ne pouvons mieux faire que de copier, la couleur la plus ordinaire de l'ardoise, ou plutôt du schiste du terrain ardoisier, est celle connue sous le nom de bleu ou gris d'ardoise, qui passe souvent au verdâtre, au rougeâtre, au gris ordinaire, etc.[1]. « Mais, « quelle que soit la couleur et même l'état d'altération du schiste ardoisé, « sa cassure, qui est schisteuse jusque dans ses plus petites parties, fournit « presque toujours un moyen de le distinguer du schiste argileux. Ce « dernier a aussi un état différent de décomposition : il se transforme « ordinairement en une terre argileuse, quelquefois sablonneuse, tandis « que l'ardoise présente une altération particulière. Celle qui se trouve à « la surface des plateaux est devenue blanchâtre, tendre, friable, douce « au toucher, d'un aspect stéatiteux, et se réduit en une terre légère, « onctueuse, qui ne fait point pâte avec l'eau. Il paraît, au reste, que cette « altération est due, comme celle qui a changé le schiste gris en jaune, à « un ordre de choses qui n'existe plus actuellement; car, non-seulement les « ardoises employées à la bâtisse n'éprouvent rien de semblable, mais les « couches qui se montrent au jour dans les vallées profondes ont encore « conservé leur couleur bleuâtre et leur dureté : or, on sait que, dans les « terrains inclinés, les couches du sommet sont les mêmes que celles du « fond des vallées. »

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Journal des mines*, tom. XXIV, pag. 254, 1808.

Caractères de l'*ardoise*.

On a déjà vu que l'*ardoise* exploitable est un état spécial du schiste argileux, sous lequel il est loin de se présenter toujours, même dans le terrain ardoisier. D'après M. Clère[1], on donne ce nom à un schiste argileux qui a la propriété de se déliter en longs et larges feuillets parfaitement droits, minces et plats. Pour qu'une ardoise soit de bonne qualité, c'est-à-dire qu'à l'usage elle puisse résister le plus longtemps possible à l'action de l'air, il faut qu'elle soit très-homogène, d'une couleur uniforme, d'un grain fin et serré, et surtout très-sonore. Elle n'offre, en général, ni plis ni inflexion dans ses feuillets, qui sont parfaitement plans, sans éprouver la moindre déviation dans leurs allures; d'un autre côté, elle n'est jamais micacée, quoique quelques-uns des schistes qui la touchent le soient.

L'ardoise, dit toujours M. Clère, se présente communément sous plusieurs couleurs : le vert, le violet (l'un et l'autre plus ou moins intenses) et le bleu foncé, qui parfois passe au noir. Dans les ardoises bleues, on trouve souvent des taches vertes, dont la plus grande largeur a lieu dans le sens de la pente du banc. A Fumay, la couleur rougeâtre, qui est la nuance générale, passe quelquefois brusquement au gris bleuâtre; et on peut obtenir ces deux nuances dans un échantillon assez petit.

L'ardoise, d'après le même ingénieur, repose ordinairement sur le schiste argileux, et est recouverte par des graüwackes ou quartzites verdâtres. Les schistes du mur peuvent être violets ou verts; le plus souvent ils sont violets, lorsque l'ardoise qu'ils supportent est verte, et, *vice versâ*, verts lorsque l'ardoise est violette.

Exploitations d'ardoises.

Les exploitations d'ardoises les plus importantes de l'Ardenne sont celles de Fumay, avantage qu'elles doivent aux débouchés que leur ouvre la Meuse, et aux facilités que la profonde vallée de cette rivière procure pour l'extraction. On peut aussi citer les exploitations de Rimogne (Ardennes), celle des environs de Couvin (province de Namur), d'Herbeumont, de Martelange et de Vieil-Salm (province de Luxembourg). Les avantages que présente l'Ardenne, tant pour l'extraction des ardoises que pour leur facile exportation, ont été reconnus depuis longtemps. En 1623, on a extrait, à Fays-les-Veneurs (Luxembourg), des ardoises qui ont été envoyées à Saint-Jacques-de-Compostelle, pour couvrir l'église principale de cette ville.

[1] Clère, *Formation ardoisière des Ardennes.* (*Annales des mines,* 2e série, t. VIII, p. 435.)

Ardoisières de Fumay.

Fumay, disait déjà Monnet[1] il y a 60 ans, est une petite ville célèbre par ses grandes couches d'ardoise, exploitées depuis bien longtemps, et par l'industrie de ses habitants, appliqués uniquement à ce genre de travail. Elle est située sur la pointe d'une petite plaine formée par le contour ou demi-cercle que décrit la Meuse en cet endroit. C'est, si l'on veut, un bassin extrêmement enfoncé entre les côtes de la Meuse, et entouré de bancs de bonne ardoise.

Cette ardoise est particulière en ce qu'elle est souvent tachée de couleur rougeâtre ou couleur lie de vin, et d'une couleur verdâtre. Elle est fort bonne et ne s'effleurit nullement; on y trouve quelquefois des pyrites cubiques, ainsi qu'il est ordinaire d'en trouver dans les ardoises et les schistes. Presque toutes ces ardoises s'embarquent pour le pays de Liége, pour l'Allemagne et la Hollande.

On compte sept bancs d'ardoise dans la côte de Divers-Monts, située immédiatement à l'O. de Fumay. Ces bancs, qui alternent avec des bancs de quartzite verdâtre, plongent du côté du midi sous un angle de 15 à 18°. Les veines ou couches d'ardoise ont depuis 4 jusqu'à 35 pieds d'épaisseur. Il n'y en a qu'une, à la vérité, de cette dernière épaisseur, qui est la plus basse, et c'est celle qu'on y exploitait lorsque j'y étais, dit Monnet, en août 1778. On l'avait déjà poursuivie jusqu'à plus de 600 pieds, en suivant son penchant. On en vidait les eaux au moyen de pompes à bras, placées obliquement selon le penchant de cette veine, que des femmes faisaient agir, coutume un peu barbare qui s'est conservée jusqu'à nos jours (1840).

Il y a, dit encore Monnet, une autre couche d'ardoise en exploitation sous Fumay même, qui est la plus fouillée, et dont l'exploitation a commencé dans les premières années du XVIII[e] siècle. Cette couche a 45 pieds d'épaisseur. Son inclinaison est beaucoup plus grande que celle des couches dont nous venons de parler; mais la direction de cette inclinaison est la même, et nous ferons remarquer, à ce sujet, ajoute Monnet, que non-seulement cette direction est générale pour toutes les couches d'ardoise qui se trouvent dans ce pays, mais encore que les bancs de roche ardoisée affectent la même direction et le même pendage.

Ardoisières de Rimogne.

Les ardoisières de Rimogne méritent aussi d'être citées parmi les plus importantes de l'Ardenne; elles sont situées dans le village même dont

[1] Monnet, *Description minéralogique de la France,* publiée en 1780, pag. 103.

elles portent le nom. Dans les travaux souterrains, qui atteignent une profondeur de plus de 170 mètres, on remarque d'immenses excavations où l'on a extrait du schiste sur une hauteur (perpendiculairement aux couches) de plus de 40 mètres, sans que; dans toute cette épaisseur, il se soit interposé aucune roche différente du schiste ardoisier. Les couches plongent sur 11 heures de la boussole.

Ardoisières de Deville et de Château-Regnault.

Près de Deville et de Château-Regnault, il existe sur les bords de la Meuse plusieurs ardoisières remarquables par la couleur vert bleuâtre des ardoises qu'on en tire, et par la grande quantité de petits cristaux octoèdres de fer oxydulé qui s'y trouvent disséminés. Dans l'une et l'autre localité, les bancs d'ardoise s'enfoncent sous des bancs de quartzite, circonstance qu'on observe aussi à Rimogne.

Pyrites et fer oxydulé dans les schistes ardoisiers.

Dans les environs de Monthermé, de Deville, à Rimogne et sur quelques autres points, les schistes renferment une grande quantité de pyrites de fer en cristaux cubiques, gros quelquefois comme des dés à jouer, et du fer oxydulé en octaèdres. Ces derniers cristaux sont si petits et si abondants dans certaines couches, qu'au premier coup d'œil la roche paraît criblée d'une infinité de petits trous : elle agit alors très-fortement sur l'aiguille aimantée. M. Clère a remarqué que ce sont les parties vertes des ardoises qui contiennent surtout une immense quantité de fer oxydulé, et que les cristaux de pyrites existent plus spécialement dans les strates qui avoisinent le toit. Un fait digne d'attention, c'est que les cristaux de fer oxydulé, qui n'ont qu'un très-petit volume, se trouvent disposés suivant le fil naturel de l'ardoise. Des filons ou veines de quartz, ordinairement d'un beau blanc, quelquefois, aussi, coloré par le fer en rouge de sang, coupent les bancs de schiste en différents sens, mais le plus communément dans une direction perpendiculaire à leurs lames. Ce quartz est quelquefois compacte; quelquefois il est comme carié et rempli de petites cavités. Ces cavités et les fentes de tous les gros morceaux de quartz sont hérissées de cristaux plus ou moins gros, quelquefois d'une belle transparence.

Graüwacke, quartzite et calcaire subordonnés.

Les schistes du terrain ardoisier renferment des couches subordonnées de grès micacés ou graüwackes, de quartzites, des bancs d'un calcaire sublamellaire gris bleuâtre, etc. Souvent ces diverses roches sont intimement liées avec les schistes, auxquels on les voit passer par degrés insensibles; elles présentent aussi, fréquemment, la structure schisteuse, et alors,

au point de contact, elles se confondent entièrement avec le schiste. On trouve quelquefois des couches entières composées de strates alternatifs, courts, renflés et ramifiés de schiste noirâtre et de graüwacke grise à grains fins. Ces strates peu réguliers sont obliques par rapport aux plans des couches, et de plus ils sont coupés obliquement par les plans des feuillets suivant lesquels la roche se divise en ardoises grossières. Cela fait, dans un même point, trois sens de divisions naturelles : 1° les plans des couches; 2° les plans des strates de natures différentes; 3° les plans de la division en ardoises.

Strates obliques; trois sens de division.

Le schiste argileux passe souvent à des ampélites graphiques ou crayon des charpentiers, et à d'autres roches schisteuses, plus tendres que les ardoises, qui servent à faire des crayons pour écrire sur des plaques d'ardoise. Ailleurs, comme entre Fumay et Revin, il devient à la fois noir et pyriteux, et passe ainsi à une ampélite alumineuse qui s'effleurit à l'air. Quelquefois les ampélites du terrain ardoisier ressemblent tellement au schiste houiller, qu'on y a entrepris des recherches de houille, mais toujours infructueusement. Près du bois de la Havetière, au N.O. de Charleville, on a pratiqué, dans ce but, en 1798, un puits de 240 pieds, et, en 1829, un sondage de plus de 500 pieds. D'après la nature des débris de roches tirés de l'ancien puits, il n'est pas douteux que les recherches n'aient été dirigées dans le terrain ardoisier, et, par conséquent, en un point où l'on ne pouvait rencontrer le terrain houiller[1].

Ampélites graphiques.

Entre Montcy-Notre-Dame et Nouzon, M. Clère a reconnu dans les schistes des veinules d'anthracite; et, d'après M. Thirria, le schiste argileux du terrain ardoisier renferme quelquefois des empreintes végétales et des vestiges d'animaux[2].

Anthracites, empreintes végétales.

Les schistes du terrain ardoisier paraissent avoir été déposés, comme presque toutes les argiles, à l'état de vases, c'est-à-dire à l'état de sables d'une finesse extrême : ce sont des roches arénacées dont le grain est imperceptible. Cette finesse de grain se dément fréquemment en tout ou en partie, et rien n'est si commun dans le terrain ardoisier que de rencontrer des schistes noirâtres parsemés de paillettes de mica qui sont de véritables graüwackes schisteuses à grains fins. Souvent ces graüwackes prennent un

Graüwackes schisteuses.

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VI, 1838.

[2] Thirria, *Annales des mines*, 1re série, t. V, p. 240.

grain plus sensible, perdent une partie de leur schistosité, et passent à des graüwackes ordinaires d'un gris noirâtre ou verdâtre. Ces graüwackes sont quelquefois piquetées de blanc par suite du mélange d'un grand nombre de particules feldspathiques. D'autres fois elles sont presque formées de grains quartzeux et passent au quartzite. L'une et l'autre variété présentent quelquefois des bancs massifs, dans l'intérieur desquels on n'aperçoit aucune trace de stratification, et dont les blocs se décomposent en boules à la manière des trapps. La surface de ces couches arénacées présente, dans une foule de localités, ces légères ondulations, nommées en anglais *ripple marks*, qui attestent que le sable qui en a formé la matière première a été soumis, avant de se fixer, aux balancements réitérés d'une masse d'eau peu profonde.

Quartzites. Les roches quartzeuses de l'Ardenne présentent plusieurs modifications : la plus abondante est le quartz grenu ou quartzite, dont la couleur la plus ordinaire est le grisâtre, passant souvent au verdâtre, au bleuâtre et au noirâtre, quelquefois au jaunâtre et au rougeâtre. Les quartzites sont ordinairement compactes, à cassure cireuse; mais quelquefois ils affectent une texture grenue, une cassure droite, et passent à un véritable grès, dont la couleur est souvent parfaitement blanche.

Le quartz grenu est ordinairement traversé par des veines de quartz blanc compacte ou laminaire; ces veines sont quelquefois si nombreuses et s'unissent toujours si intimement avec la masse grenue, qu'il semblerait que le tout a été formé d'un seul jet : c'est une disposition qui a beaucoup d'analogie avec celle des marbres gris et blancs du Hainaut. La structure est souvent schistoïde; d'autres fois la roche forme des couches massives très-puissantes. Les variétés noirâtres ont quelquefois l'aspect extérieur des trapps, et ne peuvent, pour ainsi dire, en être distinguées que par leur infusibilité et la liaison des parties noirâtres avec les filets de quartz blanc. Lorsque le grain de ces variétés noirâtres devient fin et qu'elles ont la structure schistoïde, la roche passe à un véritable phtanite. En général, c'est par les variétés de couleurs foncées que se fait le passage du quartz grenu aux roches schisteuses, tandis que les variétés grisâtres ou jaunâtres passent plus communément au grès, au psammite et au poudingue.

Grès blancs. Les grès blancs auxquels passent les quartzites sont quelquefois légèrement feldspathiques, ainsi qu'on le voit au Tremblois sur la route de Rocroy

à Fumay. Un grès de cette nature est désigné dans l'Ardenne sous le nom de *pierres des Sarrasins*. Cette roche est composée de grains de quartz et de grains de feldspath passés à l'état de kaolin. Elle renferme, dans plusieurs localités, des grains de hornblende, et quelquefois des grains d'orthose. Elle présente une stratification bien prononcée : certains bancs deviennent schisteux dans leur partie supérieure ou inférieure, et passent même au schiste. M. Dumont l'a suivie vers l'O. depuis Fépin, sur la Meuse, jusqu'à Mondrepuis, à la limite du terrain ardoisier; vers l'E. on la retrouve jusqu'à Hargnies [1].

Les pyrites ferrugineuses qui existent souvent dans les schistes pénètrent dans les quartzites, où on en voit quelques cristaux; mais on n'y remarque pas de fer oxydulé, et ces roches n'agissent pas sur l'aiguille aimantée.

Ainsi qu'on l'a déjà indiqué plus haut, le calcaire, quoique rare dans le terrain ardoisier, n'est cependant pas totalement étranger à sa composition. En quelques endroits, on y a trouvé, presque à la surface, de petits dépôts de marbre argileux [2]; il en a été extrait notamment tout près de Charleville, dans une gorge, derrière Moncy-Notre-Dame, entre le bois de la Havatière et celui de Varidon. L'exploitation en avait été reprise en 1820, mais elle a été abandonnée depuis [3]. Ce banc calcaire, dont l'épaisseur est d'environ 5 mètres, plonge de 60 à 70° vers le S. S. O., aussi bien que le schiste ardoisier, auquel il est subordonné et auquel il se lie de part et d'autre par des alternances. Il est bleu noirâtre, lamelleux ou grenu, mais jamais parfaitement compacte; il est traversé par un grand nombre de veines blanches de spath calcaire qui, pour la plupart, se fondent dans la masse de la roche, et produisent plusieurs variétés de marbre, qui offrent des nuances agréables à l'œil, et sont toutes susceptibles d'un très-beau poli. Ce calcaire présente un grand nombre de *crinoïdes* lamellaires. Dans le schiste même on a remarqué un spirifère et une encrine [4]. Dans le voisinage du schiste argileux, le calcaire en est entremêlé, ce qui lui fait perdre Calcaire.

[1] Dumont, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VIII, pag. 10.

[2] Coquebert de Montbret, *Tableau minéralogique des Ardennes*. (*Journal des mines*, t. XVI, pag. 311.)

[3] Thirria, *Annales des mines*, 1re série, t. VI, pag. 280.

[4] *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VI, pag. 326, 1835.

sa belle couleur noire, et lui donne une teinte d'un gris foncé un peu verdâtre; il est alors très-distinctement stratifié, tandis que celui qui occupe le milieu de la couche ne l'est qu'imparfaitement.

Près de Naux, sur la rive droite de la Semois, on exploite dans les schistes deux bancs de calcaire sublamellaire d'un gris bleuâtre, que l'on emploie dans les forges voisines pour faire de la castine. Le même calcaire, d'après M. Dumont[1], est assez bien développé entre la Meuse et la Semois: car on peut le citer dans une vingtaine de localités, depuis Moncy-Notre-Dame, près de Mézières, jusqu'à Bouillon. Ce calcaire, qui contient beaucoup de crinoïdes, est principalement remarquable, dit M. Dumont, par sa texture schistoïde, qui lui donne souvent assez de ressemblance avec certains schistes quartzeux qui l'avoisinent. Il ne forme jamais de puissants massifs. Il est ordinairement en bancs d'un mètre environ d'épaisseur; quelquefois la division a lieu obliquement aux faces des bancs (Bouillon), comme cela a lieu dans beaucoup de roches schisteuses des terrains ardoisiers.

Roches porphyroïdes.

Parmi les singularités remarquables que présente le terrain ardoisier, on ne doit pas omettre de citer, quoiqu'on ne les observe que dans une partie très-restreinte des flancs de la vallée de la Meuse, les roches porphyroïdes qu'on trouve aux environs de Deville et de Laifour. Ces roches sont en bancs intercalés dans le terrain ardoisier ordinaire, et entièrement parallèles avec les couches de roches ardoisières qui les avoisinent, et avec lesquelles elles se lient par une série de passages. Les mieux caractérisées ont pour base un pétrosilex bleuâtre d'une apparence plus ou moins stéatiteuse, qui renferme du quartz hyalin et du feldspath. Le premier est ordinairement en globules presque limpides, avec une légère teinte blanchâtre, violacée ou enfumée; le second est blanc jaunâtre ou rose, et forme, soit des cristaux très-bien prononcés à arêtes souvent très-vives, de la longueur d'un centimètre, soit des globules ou petites masses, qui atteignent quelquefois jusqu'à la grosseur d'un œuf, et qui alors paraissent perdre un peu de leur texture lamelleuse. Quelques-uns des cristaux feldspathiques jaunâtres présentent, d'une manière très-nette, les caractères de l'albite.

Le point où cette roche se montre sur l'étendue la plus considérable est le petit vallon de *Mairus* ou *Mayrupt*, qui débouche dans la vallée de la

[1] Dumont, *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VIII, pag. 12.

Meuse, près d'une usine à fer, au-dessous de Deville. Un examen attentif de ce gisement fait reconnaître, comme l'a indiqué M. d'Omalius d'Halloy[1], que la roche porphyroïde est intercalée, à stratification concordante, entre les couches de schiste ardoisier. D'un côté, au S., on observe, au contact de cette roche et du schiste ardoisier, un conglomérat formé de fragments de schiste, réunis dans un ciment ferrugineux qui offre très-peu de consistance. De l'autre côté, la pâte de la roche porphyroïde prend une structure de plus en plus schisteuse, en même temps que les cristaux de feldspath y deviennent de moins en moins abondants. En quelques points elle présente les caractères d'un véritable micaschiste; mais bientôt elle finit par ressembler beaucoup à certaines roches du terrain ardoisier, qui forment le passage des roches quartzeuses aux roches schisteuses, et elle n'en diffère que par la présence du feldspath lamellaire. La roche porphyroïde du vallon de Mayrupt renferme un grand nombre de fragments anguleux d'une espèce de micaschiste très-brillant, qui rappellent les fragments empâtés dans certains granites. On sait qu'on trouve aussi quelquefois des fragments empâtés dans les calcaires grenus, notamment à Miltitz, en Saxe, et à Auerbach, dans le grand-duché de Bade, où M. de Léonhard les a signalés.

A environ 200 mètres au S. de l'usine de Mayrupt, on voit, dans les flancs mêmes de la vallée de la Meuse, un affleurement de roche porphyroïde pareille à celle du vallon, mais à grains encore plus gros. Elle paraît former une assise inclinée de 25° vers le S., et qui sans doute est intercalée dans le schiste. Cette assise doit être différente de celle du vallon de Mayrupt.

Enfin un troisième affleurement d'une roche analogue, mais d'un grain plus fin, se présente en face de Laifour, sur la rive droite de la Meuse, où on y a ouvert une carrière. L'assise a 7 mètres de puissance et plonge, au S. 25° E., de 30°. A sa partie supérieure et à sa partie inférieure, elle passe à un schiste argileux noir pailleté, dans lequel elle est intercalée parallèlement. Près des points de jonction, elle est schisteuse et ressemble à certains gneiss. Dans le milieu de l'assise, elle est massive et devient un pétrosilex verdâtre rempli de noyaux de quartz bleuâtre d'un éclat remarquable, et contenant des cristaux feldspathiques plus rares et plus petits qu'à Mayrupt.

Le gisement et l'origine de ces roches porphyroïdes passant aux schistes

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Mémoires géologiques*, pag. 118, 1828.

ardoisiers ont donné lieu à de nombreuses discussions qui, probablement, ne se termineront que lorsqu'on aura trouvé moyen de leur adapter complétement l'ingénieuse et flexible théorie du métamorphisme.

Les roches du terrain ardoisier forment une nombreuse série de couches alternatives, toujours plus ou moins inclinées, très-souvent verticales, communément dirigées à peu près du N. E. au S. O. ou de l'E. à l'O. Si l'on suit, par exemple, le cours de la Meuse de Charleville à Fépin, on voit que le terrain n'est composé que d'une suite de bancs schisteux, dont la direction moyenne va de l'E. N. E. à l'O. S. O., en plongeant vers le S. S. E., sous des angles qui varient entre 30 et 50 degrés. Toutefois il est des endroits où les couches sont presque verticales. Quelques-unes présentent des plis extrêmement prononcés. Dans une multitude d'endroits de la vallée de la Meuse, elles éprouvent des contournements qui ressemblent à des ondulations courtes et souvent répétées; mais on ne remarque aucune déviation sensible dans leur direction, ni même dans le sens général de leur pendage. De là il résulte naturellement que les diverses roches s'arrangent par bandes à peu près parallèles, qui se prolongent sur toute l'étendue de la région. Cette disposition se fait surtout remarquer dans le gisement des ardoises.

D'après M. Clère[1], on distingue, dans la partie française de l'Ardenne, six bandes ardoisières.

Parmi les schistes argileux qui avoisinent Charleville, il s'en trouve qui ont toutes les qualités de l'ardoise : voilà déjà un premier gîte. Si de ce point nous nous transportons directement au N., nous observerons qu'à une demi-lieue on retrouve les graüwackes et les quartzites; qu'on les perd à deux lieues plus loin, où l'on rentre dans les schistes argileux qui se trouvent sur la direction des bancs ardoisiers de Rimogne, ce qui constitue le deuxième gisement. On le perd à quelque distance de là pour rentrer dans les graüwackes et ensuite dans le troisième gisement, qui est celui de Maubert-Fontaine, des environs de Secheval, etc. Après quoi on retrouve de nouveau la graüwacke. Vient ensuite le quatrième gisement, qui passe à Monthermé, Deville, etc., et qui s'étend en Belgique, où il comprend les ardoisières d'Oizy. On rentre encore dans la graüwacke, puis dans un

[1] Clère, *Formation ardoisière des Ardennes.* (*Annales des mines*, 2ᵉ série, t. VIII, pag. 433.)

cinquième gîte ardoisier, qui est celui qu'on exploite à Cul-des-Sarts, lequel se dirige entre Revin et Fumay. Vient après la graüwacke, et enfin le sixième et dernier gîte connu, qui est celui de Fumay.

M. Clère remarque que ces six bandes ardoisières principales sont, à quelques différences près, à une égale distance les unes des autres.

Les bancs d'ardoise n'y sont pas toujours continus, ils éprouvent des interruptions; quelques-uns se terminent en pointe à une certaine distance, pour reparaître plus au loin dans la même direction. A Rimogne, le banc ardoisier, qui a 40 mètres de puissance, se termine en pointe vers le levant. A Deville, le banc dit de Saint-Barnabé se resserre également en pointe, mais vers le couchant. Ils se partagent quelquefois aussi en plusieurs parties, dont les puissances varient depuis 2, 3 à 7 mètres environ, jusqu'à 30 et même 50 mètres : c'est ce que les ouvriers nomment *terne*. Il y a le grand et le petit *terne :* le premier porte de 8 à 50 mètres, et le second, de 6 à 7.

Contournements.

Le terrain ardoisier de Fumay est remarquable par les grands contournements qu'il présente; en plusieurs points les couches sont entièrement repliées sur elles-mêmes. Un de ces grands accidents s'observe sur la route qui descend de Rocroy à Fumay, où il est rendu parfaitement évident par l'alternance et le reploiement simultané des couches de quartzite et d'ardoise. A la grande ardoisière du moulin de Sainte-Anne, à Fumay, la couche exploitée plonge vers le S. 25° E., sous un angle de 27 à 30°. Sa puissance moyenne est de 10 mètres, en y comprenant plusieurs bancs de grès quartzeux interposés dans le schiste ardoise. On reconnaît, dans les travaux, que les feuillets de schiste sont placés obliquement par rapport aux surfaces des couches. Les couches du schiste ardoise présentent des bandes vertes, qui suivent toutes les ondulations de la stratification, sans interrompre la continuité des feuillets, tandis que ceux-ci restent toujours sensiblement parallèles à eux-mêmes. Ce fait est ici tellement constant, qu'à l'inspection d'un bloc extrait de la carrière on peut juger, d'après l'angle sous lequel les bandes vertes traversent les feuillets, si ce bloc provient d'un point où la couche est contournée, ou d'un point où elle a une allure régulière[1]; et il tend évidemment à établir que les couches de pierre ardoise

Obliquité des feuillets.

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VI, pag. 346, 1835.

ne sont devenues schisteuses que postérieurement à l'époque où elles ont été contournées, peut-être à la suite du contournement et par l'action de la cause qui l'a produit.

Observations de MM. Parrot et de Hennezel.

La circonstance du reploiement remarquable des couches ardoisières et de l'allure constante de la schistosité, parfaitement décrite dans le passage précédent par M. l'ingénieur de Hennezel, avait déjà été signalée, dans un rapport du 7 août 1826, par M. l'ingénieur Parrot, à qui cette observation fait d'autant plus d'honneur qu'elle était contraire aux idées erronées qui régnaient alors relativement à la schistosité.

Difficulté de faire une coupe générale de l'Ardenne.

Des reploiements analogues à celui de Fumay doivent exister en beaucoup d'autres points, et il est probable qu'on en verrait un grand nombre se dessiner dans les flancs de la vallée de la Meuse s'ils n'étaient masqués par la régularité et la continuité que conserve la schistosité, même dans ces points d'inflexion. En effet, au milieu de leurs inflexions, les couches conservent, ainsi que nous l'avons dit, une direction à peu près constante; ce n'est que leur inclinaison qui varie d'un point à un autre, et la schistosité, qui, généralement, suit à peu près la même direction que les couches, en présentant une inclinaison différente, s'incline constamment du côté du midi dans toute la vallée de la Meuse, et donne à la stratification l'apparence de plonger constamment dans ce sens. Ce ne sera qu'après avoir complétement vaincu cette difficulté, qu'on pourra faire une coupe de l'Ardenne, digne d'un véritable intérêt. Nous ne rapporterons pas ici, quoique M. Clère, dans le travail déjà cité, l'ait décrit avec beaucoup de détail, l'ordre de succession des couches qui s'observent sur les bords de la Meuse, de Mézières à Givet, parce que dans cette coupe les mêmes couches doivent se répéter plusieurs fois, sans qu'on ait généralement des moyens sûrs de s'en apercevoir.

Ordre de superposition des masses principales du terrain ardoisier.

Mais, malgré les difficultés que je viens de signaler, on a cependant commencé depuis longtemps à signaler, entre les masses principales dont le terrain de l'Ardenne se compose, un ordre de superposition bien déterminé. D'après M. Rozet[1], le terrain ardoisier de l'Ardenne se divise partout en deux grands étages: le plus ancien où dominent les roches schisteuses, et le plus nouveau où ce sont, au contraire, les roches massives (grauwackes et quartzites) qui ont pris le plus grand développement.

[1] Rozet, *Annales des sciences naturelles*, t. XIX, pag. 113.

Dans les ardoisières de Rimogne et dans les nombreux escarpements des montagnes de l'Ardenne, où j'ai pu étudier facilement, dit M. Rozet, le premier étage de cette formation, j'ai reconnu qu'il est composé d'une énorme masse de schiste luisant passant au schiste ardoise, et quelquefois au phyllade. Deux étages de M. Rozet.

Vers la partie supérieure de l'étage précédent, les quartzites deviennent de plus en plus abondants; les schistes prennent une couleur pâle et passent souvent au phyllade. Bientôt les quartzites, qui alternent d'abord régulièrement avec des masses schisteuses à peu près d'égale épaisseur, se présentent en couches assez régulières, qui ne sont plus séparées que par des lits extrêmement minces de phyllade. Comme je l'ai déjà dit, ajoute M. Rozet, ces roches sont généralement compactes, et, dans plusieurs endroits, elles passent à un quartz grenu, souvent très-blanc; d'autres fois (Château-Regnault, Monthermé), elles deviennent schisteuses et passent, dans quelques cas rares, à une sorte de schiste micacé.

Cet étage renferme aussi quelques couches accidentelles de psammites grisâtres ou jaunâtres, souvent schisteux. Partout il est traversé par une infinité de veines de quartz blanc, laiteux ou gras, qui coupent les strates dans tous les sens. Ces strates ne sont jamais très-épais : l'épaisseur de ceux que j'ai mesurés, dit M. Rozet, variait depuis $0^m,4$ jusqu'à 1^m. On remarque dans chacun une infinité de fissures, les unes obliques, les autres parallèles à la stratification, déterminant des clivages qui donnent des fragments rhomboïdaux souvent assez réguliers.

On a creusé à Rimogne un puits, nommé par les ouvriers *puits d'aplomb*, dont la profondeur est de 165 mètres. Pour cela, il fallut traverser entièrement la masse des quartzites, à laquelle on a reconnu une puissance de 50 mètres. Au-dessous s'est présentée celle des schistes, et le reste du puits a été creusé dans cette masse.

Les deux étages, dit M. Rozet, sont parfaitement liés entre eux, et constituent évidemment une seule et même formation.

M. Dumont[1], qui, depuis plusieurs années, s'occupe avec un soin scrupuleux de faire l'anatomie géologique de tout le massif des terrains anciens Trois étages de M. Dumont.

[1] Dumont, *Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, t. III, pag. 330, et *Bulletin de la Société géologique de France*, t. VIII, pag. 78.

que traverse la Meuse, distingue, dans l'Ardenne, trois étages ou systèmes, parce qu'il divise en deux l'étage inférieur de M. Rozet, sans toutefois avoir prouvé, à nos yeux, d'une manière complète, que les roches auxquelles il donne le nom de système inférieur ne soient pas de simples modifications de celles de ses deux autres systèmes. M. Dumont voit, sur les bords de la Meuse, la représentation de son système ardoisier inférieur dans une ardoise d'un gris bleuâtre pâle, contenant de petits aimants octaèdres, dont le type se trouve aux carrières de Deville et de Monthermé, que nous avons déjà citées sous ce rapport; mais cet habile géologue n'a pas encore publié de coupes qui montrent clairement que ces couches d'ardoise sont inférieures à toutes celles que traverse la vallée de la Meuse.

Le système moyen de M. Dumont comprend toutes les parties de l'étage inférieur de M. Rozet que M. Dumont n'a pas rangées dans son système inférieur, et son système supérieur correspond à l'étage supérieur de M. Rozet.

Ce système supérieur est composé, d'après M. Dumont comme d'après M. Rozet, de roches plus quartzeuses que schisteuses. La roche qui, d'après M. Dumont, doit servir de type, est un psammite ou schiste quartzifère et pailleté, à surface luisante et ondulée, dont on a un exemple dans les carrières de Chevron. C'est dans ce système que l'on trouve les quartz grenus, qui sont si bien développés dans le plateau situé au N. de l'Amblève, de la Warge et de la Roër. C'est aussi dans ce système que les traces de vie commencent à prendre un peu d'extension, et que l'on voit paraître les premiers indices du calcaire, qui, du reste, est assez bien développé entre la Meuse et la Semois, où il forme des bancs qui, comme nous l'avons dit, contiennent beaucoup de crinoïdes. Les fossiles de ce système supérieur s'observent dans un grand nombre de points, parmi lesquels nous citerons, d'après M. Dumont, Mondrepuis pour ses trilobites, ses strophomènes, etc.

Gisement des calcaires.

Question de l'âge géologique du terrain ardoisier.

Le mot *terrain ardoisier,* que j'ai adopté pour désigner le terrain de l'Ardenne, n'exprime par lui-même aucune idée relativement à son âge géologique. Les observations faites à Fumay, à la Roche et ailleurs, et rappelées ci-dessus, ainsi que des observations analogues, faites en Angleterre et dans le pays de Galles, ont prouvé jusqu'à l'évidence que l'*ardoise* n'est qu'une modification du schiste argileux, qui s'est produite plus ou moins longtemps après son dépôt. C'est le premier degré du métamorphisme; et l'ex-

pression *terrain ardoisier* peut se traduire, à proprement parler, par celle-ci : *terrain qui a éprouvé, dans beaucoup de ses parties, un commencement de métamorphisme.* Or on sait aujourd'hui que certaines parties de presque tous les terrains, même des terrains secondaires les plus modernes, ont éprouvé le phénomène du métamorphisme. Le terrain crétacé supérieur du département des Hautes-Alpes mériterait, dans beaucoup de ses parties, le nom de *terrain ardoisier.* Cependant cette expression suffit, à la rigueur, pour désigner le terrain de l'Ardenne, parce qu'elle exprime une différence bien marquée entre lui et les terrains qui l'entourent. Elle laisse, du reste, dans une indétermination dont il ne paraît pas encore prudent de sortir aujourd'hui, et l'époque du dépôt des schistes et des quartzites de l'Ardenne, et l'époque de la conversion en ardoises d'une partie des premiers.

Le seul point sur lequel tous les géologues sont d'accord est que l'époque du dépôt des couches du terrain ardoisier de l'Ardenne est plus ancienne que l'époque du dépôt du terrain houiller, et que ces deux terrains appartiennent à des époques de formation notablement différentes. C'est dans ce système de réserve que la carte géologique a été coloriée. On a étendu sur l'Ardenne et sur plusieurs des contrées adjacentes, vers les bords du Rhin, la teinte des terrains de transition anciens ou indéterminés. J'ajouterai ici que les schistes verdâtres qui, près de Bingen, sur le Rhin, alternent avec des quartzites, m'ont paru présenter une ressemblance frappante avec ceux qui alternent de même avec des quartzites près de Nouzon, sur les bords de la Meuse. De part et d'autre les quartzites eux-mêmes sont semblables, et ils rappellent en tout point quelques-uns de ceux de la Bretagne. Le calcaire qui se trouve à Stromberg, un peu à l'E. de Bingen, constitue une analogie de plus avec le terrain des bords de la Meuse et de la Semois.

Nous avons signalé précédemment l'état presque complet d'indépendance dans lequel se trouvent, respectivement, la stratification souvent contournée du terrain ardoisier et la schistosité des ardoises, qui reste constamment parallèle à elle-même sur des étendues considérables. Cette circonstance importante, qui n'est généralement connue que depuis un petit nombre d'années, a empêché jusqu'ici, ainsi que nous l'avons aussi indiqué, de dresser une coupe complète du terrain ardoisier de l'Ardenne. L'imperfection de nos connaissances, en ce qui concerne la dispo-

sition des couches de l'Ardenne, n'empêche cependant pas de reconnaître qu'elles se dirigent généralement du S. O. ou de l'O. au N. E. ou à l'E. La direction des six bandes ardoisières que nous avons mentionnées ci-dessus en serait, à elle seule, une preuve irréfragable. Cette disposition des couches, qui se retrouve dans l'ensemble des terrains schisteux des deux rives du Rhin, dans le Hartz, etc., est dans un rapport évident avec la forme allongée du massif de l'Ardenne; mais d'autres traits de cette même forme se rattachent à d'autres accidents.

Le front méridional de l'Ardenne court de l'E. 14 à 18° S. à l'O. 14 à 18° N.; il coupe obliquement la direction générale des couches du terrain ardoisier. En cela il ressemble au front septentrional du Hartz, auquel il est parallèle, et qui peut être considéré comme formant l'extrémité diamétralement opposée de la grande bande schisteuse des bords du Rhin. Il doit probablement sa première origine à la même révolution physique. Les roches à cristaux feldspathiques de Monthermé pourraient bien faire, jusqu'à un certain point, le pendant des granites du Hartz. Le Hartz n'est peut-être plus élevé que parce qu'il a éprouvé, postérieurement au dépôt des terrains secondaires, un nouveau soulèvement que les Ardennes n'ont pas éprouvé, ou qu'elles n'ont, du moins, que très-faiblement ressenti.

CHAPITRE V.

LES VOSGES.

Situation des Vosges.

Les Vosges sont les montagnes qui s'élèvent entre les plaines de l'Alsace, de la Lorraine et de la Franche-Comté.

De toutes les proéminences que présente le sol ondulé de ces plaines, on voit les Vosges former l'horizon; elles s'étendent sur des portions plus ou moins étendues du territoire des six départements entre lesquels ces plaines sont partagées (le Haut-Rhin, la Haute-Saône, les Vosges, la Meurthe, la Moselle et le Bas-Rhin), et elles comprennent en partie leurs limites respectives. L'extrémité septentrionale de ces montagnes, qui s'étend dans la Bavière rhénane, est coupée par la partie de notre frontière comprise entre Bitche et Landau.

Leur élévation.

Les Vosges sont des montagnes d'une élévation moyenne; aucune de leurs cimes ne reste couverte de neige pendant l'été. La hauteur des plus proéminentes n'est même, à peu près, que la moitié de celle de la limite des neiges perpétuelles dans le climat où elles se trouvent; on en jugera par les exemples suivants :

Le ballon de Guebwiller	1,426m
Le Hohneck	1,366
Le Rotaback	1,319
Les hautes chaumes de Pairis	1,300
Le ballon d'Alsace	1,250
Le Bresoir	1,231
Le Grand-Ventron	1,209
Le Drumont	1,208
Le Rossberg	1,196
Le ballon de Servance	1,189
La Planche-des-Belles-Filles	1,150
Le Mulchren	1,128
Le Champ-du-Feu	1,095
Le Haut-du-Roc	1,016
Le Grand-Donon	1,010

Le Bärenkopf	1,005m
Le Haut-du-Tault	980
Le Climont	974

Formes de leurs cimes. *Ballons.*

Les cimes des Vosges ne présentent pas non plus de pics décharnés. Ce sont des masses arrondies en forme de dômes, qui, surtout vers la partie méridionale, se détachent profondément les unes des autres, et auxquelles s'applique très-naturellement le nom de *ballons*, par lequel on en désigne un grand nombre. Les érudits assignent, il est vrai, à ce nom une étymologie déduite de circonstances toutes différentes[1]; mais son sens vulgaire est parfaitement en harmonie avec les formes que nous venons de signaler. Vers les bords du système et dans sa partie septentrionale, on voit un grand nombre de montagnes, moins élevées que les premières, dont les formes carrées et aplaties contrastent fortement avec celles des ballons.

Aspect de la végétation qui les couvre.

Non-seulement les cimes des Vosges ne pénètrent pas dans la région des neiges perpétuelles, mais elles ne s'élèvent même nulle part au-dessus des limites de la végétation, et un très-petit nombre sont assez arides ou assez escarpées pour qu'elle n'ait pu s'y établir; aussi ce groupe montagneux se présente-t-il, de toutes parts, comme une vaste forêt plantée sur un sol inégal. Mais la hauteur des montagnes est déjà assez grande pour produire une différence sensible entre la végétation des sommets et celle qui couvre leurs bases; et, en outre, la manière d'être de la forêt ne peut manquer de se trouver en rapport, dans ses diverses parties, avec la configuration des montagnes qui la supportent, et même avec leur structure intérieure et avec leur composition. On voit également s'y manifester l'influence des travaux des hommes; mais il n'est pas très-difficile de rétablir les choses, par la pensée, dans leur état naturel : les travaux des hommes sont, d'ailleurs, en rapport, eux-mêmes, avec la configuration et la nature du sol. Un coup d'œil jeté sur les Vosges parées de leur végétation et même de leurs cultures donnera donc un premier aperçu de leurs formes, de leur structure et de leur composition. Nous entrerons ensuite dans l'examen des masses minérales dont elles sont formées.

Les crêtes qui relient entre elles les cimes principales des Vosges, et qui sont dominées par elles, même celles de ces crêtes qui s'élèvent à 1,000 ou 1,200 mètres au-dessus de la mer, sont généralement boisées. Elles sont

[1] Hogard, *Description minéralogique et géologique du système des Vosges* (1837), pag. 4.

ordinairement couvertes d'une forêt de hêtres plus ou moins mêlés de sapins, qui descend de part et d'autre sur leurs flancs, et qui n'offre que rarement des éclaircies naturelles. Lorsque, d'un point favorablement situé, on peut promener ses regards sur une certaine étendue de montagnes, l'œil reconnaît aisément, dans les formes anguleuses de la plupart des lacunes que présentent les bois qui les couvrent, l'ouvrage du bûcheron ou l'effet du défrichement.

Cependant, lorsqu'on peut embrasser de l'œil une grande étendue de surface montagneuse, on remarque aussi que toutes les lacunes de la forêt ne sont pas artificielles, et que certaines parties n'ont jamais pu être complétement couvertes d'arbres. Toutes les cimes proéminentes sortent, comme de concert, de la région des forêts, et forment, au-dessus de cette dernière, une région simplement gazonnée; ce qui montre clairement que, dans son état primitif, la vaste forêt des Vosges offrait, à l'endroit de chacune de ces hautes cimes, une éclaircie naturelle. Cimes gazonnées.

Ces dômes gazonnés sont comme des belvédères naturels, d'où on peut facilement saisir tous les détails de la forme des Vosges. Tels sont, par exemple, le Bärenkopf et le Rossberg, qui couronnent les deux rameaux entre lesquels se trouve encaissée la vallée de Massevaux, dans le S. E. des Vosges.

Vues du Bärenkopf, qui est le plus avancé au S. E. de ces points naturellement découverts, les Vosges se présentent comme un amas tuberculeux de proéminences arrondies, groupées en rameaux plus ou moins distincts, dont les points culminants sont simplement gazonnés, et dont les flancs sont boisés. Les bois commencent, à peu de distance des cimes, par des buissons de hêtres épars sur la pelouse, et leurs parties inférieures sont échancrées par les cultures. Ces dernières ne commencent souvent que très-bas; car, de la cime du Bärenkopf, d'où l'œil peut embrasser toute la vallée de Massevaux, à l'exception seulement de la partie la plus profonde du sillon où serpente la Dolleren, on n'aperçoit dans cette vallée que des bois, et çà et là quelques pâturages qui occupent la place de forêts démantelées. Les Vosges, vues du Bärenkopf.

Du Bärenkopf on jouit de la vue de toutes les cimes de la partie S. E. des Vosges, et elles paraissent former, si l'on peut s'exprimer de la sorte, une famille beaucoup plus unie qu'on ne serait tenté de se le figurer lorsqu'on les voit éparses sur une carte. Elles présentent aussi un air de famille



assez prononcé dans certains traits de leurs profils arrondis, et dans les différences qu'un œil exercé peut reconnaître entre ces profils et ceux qui se dessinent dans d'autres contrées montagneuses. On trouverait aisément dans les Pyrénées, dans les montagnes du centre de la France et ailleurs, des réunions de montagnes arrondies élevées de mille à quatorze cents mètres et plus ou moins complétement couvertes de forêts; mais on y en trouverait difficilement que l'œil d'un géologue pût prendre, même de loin, pour les Vosges. Je désirerais que l'esquisse que je vais donner de ces dernières fût assez précise pour ne s'appliquer qu'à elles seules; mais je ne saurais me dissimuler que cette faculté de distinguer des formes presque semblables, qui, chez le géologue, est le résumé des impressions de voyages multipliés, est très-difficile à transmettre par le langage.

De la cime du Bärenkopf on aperçoit le Rossberg, dont on voit la crête se prolonger à l'O. jusqu'au dôme du Gresson, et de là jusqu'à celui du ballon d'Alsace, auquel se rattache le prolongement du Bärenkopf lui-même, en formant ainsi, avec les cimes précédentes, comme l'a remarqué M. Hogard, un vaste cirque dont la vallée de Massevaux occupe le fond [1]. Le ballon d'Alsace ou ballon de Giromagny se joint, par son flanc O., au ballon du Comté ou ballon de Servance, et, plus à gauche, on découvre la montagne à triple cime dite la Planche-des-Belles-Filles, à l'O. de Giromagny.

A la droite du ballon d'Alsace, par-dessus la crête déprimée qui le réunit au Gresson, se montrent le Grand-Ventron et d'autres montagnes de la crête centrale des Vosges encore plus éloignées, telles que le Rotaback, et peut-être le Hohneck, les hautes chaumes de Pairis, etc.

Plus à droite, en arrière du Rossberg et au N. de la vallée de Saint-Amarin, on distingue le ballon de Guebwiller, la plus haute cime des Vosges, et, plus à l'E. encore, le massif moins élevé de la forêt de Ruffach, qui est boisé jusqu'à son sommet, appelé le Mulchren.

Le ballon de Guebwiller.

Le ballon de Guebwiller forme le couronnement d'une large masse, d'une forme tuberculeuse, qu'on voit au N. de la vallée de Saint-Amarin, entre elle et les premiers rameaux de la vallée de la Lauch. Sa cime, qui atteint 1,426 mètres au-dessus de la mer, n'est couverte de neige que pendant six mois de l'année, et forme, pendant l'été, un assez bon pâturage. La pelouse dont son vaste dôme est couvert est entremêlée de

[1] Hogard, *Description minéralogique et géologique du système des Vosges* (1837), pag. 6.

bosquets de hêtres nains, derniers efforts de la végétation arborescente pour vaincre la rigueur du climat de ces lieux élevés et sans abri. Elle renferme plusieurs chalets analogues à ceux des Alpes et des parties hautes du Jura. Dans celui qui se trouve à la base de la croupe orientale de la montagne, et qu'on appelle Belchner-Hutten, on entretient, pendant l'été, une centaine de vaches, dont le lait sert à faire du fromage de gruyère, à l'instar des montagnes de la Suisse, qu'on aperçoit à l'horizon.

Au N. du ballon de Guebwiller, entre les vallons qui descendent vers Guebwiller, ceux qui descendent vers Munster et ceux qui viennent joindre la Thuren au-dessus de Grüth, on voit un groupe de cimes arrondies et gazonnées, analogues au ballon de Guebwiller, quoique moins élevées, et dont l'une des plus proéminentes s'appelle le Petit-Ballon.

Ce groupe se rattache au massif du ballon par le col très-peu déprimé de Steinlebach, qui conduit de Guebwiller à Grüth, et qui présente lui-même une vaste pelouse entremêlée de hêtres nains, extrémité des forêts qui de toutes parts viennent y expirer.

A l'exception du ballon d'Alsace et du ballon de Servance, tous les dômes dont je viens d'esquisser le tableau surgissent en avant de la ligne suivant laquelle s'opère le partage des eaux entre le Rhin et la Moselle, ligne qu'on peut regarder comme l'axe de la chaîne des Vosges.

Le Hohneck, crête centrale des Vosges.

Le Ventron et le Hohneck, que je n'ai encore signalés que de loin, s'élèvent sur cette même ligne. Le Hohneck, qui, atteignant 1,366 mètres au-dessus de la mer, est la seconde cime des Vosges sous le rapport de la hauteur, est en même temps, par la grandeur de sa base, la plus ample de toute la chaîne et le centre des hautes Vosges, ainsi que l'a observé à juste titre M. Hogard[1]. Son vaste dôme de pelouse est allongé du N. au S. De son sommet on voit que la crête centrale des Vosges, dont il fait lui-même partie, présente, alignée presque du S. au N., une série de dômes du même genre, entourés de forêts sur les pentes. Les montagnes, beaucoup plus basses à l'O., du côté de la Lorraine, sont couvertes jusqu'au haut de forêts de sapins, et contrastent avec les dômes gazonnés, irrégulièrement ajustés les uns aux autres, qu'on distingue à l'orient, et dont les flancs, en partie boisés, descendent dans les vallées de Munster et de Wildenstein. Vers le N., cette ligne de dômes

[1] Hogard, *Description minéralogique et géologique du système des Vosges* (1837), pag. 9.



gazonnés s'arrête au massif qui s'élève entre Sainte-Marie-aux-Mines et la Croix; mais, plus au N. encore, on retrouve plusieurs cimes semblables dans les montagnes du Ban-de-la-Roche, situées entre Barr et Schirmeck.

Remarqués générales sur les dômes gazonnés ou *hautes chaumes* des Vosges.

Indépendamment de leurs formes semblablement arrondies, tous ces dômes de pelouse ont un aspect complétement analogue. Toujours les forêts qui couvrent les pentes viennent s'y terminer par des buissons de hêtres nains de l'apparence la plus chétive. Ces buissons sont généralement déjetés et courbés au N. E. par le vent du S. O., de manière à faire comprendre que la violence de ce vent est la cause principale qui dépouille d'arbres les parties supérieures des Vosges et n'y laisse croître que du gazon. Le dépérissement des arbres est ici naturel, et la dent des bestiaux qui broutent impitoyablement leur feuillage n'est que l'auxiliaire des agents atmosphériques. Les éclaircies que présentent les forêts des Vosges à l'endroit de toutes les cimes élevées ont donc existé dans tous les temps, et le langage des habitants ne pouvait manquer de renfermer un nom approprié à la désignation de ces pelouses solitaires et culminantes, qui, du temps des druides, jouaient nécessairement un rôle dans les pratiques religieuses. On les appelle les *chaumes* (*calvi montes*)[1], et l'une de ces chaumes, qui forme la partie la plus élevée des montagnes du Ban-de-la-Roche à l'O. de Barr, a conservé jusqu'à nos jours le nom de *Champ-du-Fé, Champ-du-Feu* ou *Haut-Champ* (en allemand *Vieh-Feld* ou *Hoch-Feld*)[2]. La cime la plus haute de la forêt Noire, groupe de montagnes en tout si semblable aux Vosges, porte le nom de *Feld-Berg*. Ces noms indiquent tous un champ élevé, par conséquent un lieu découvert et dominant, et probablement sacré.

Les *hautes chaumes* sont pour les Vosges ce que les *hautes fagnes* sont pour les Ardennes, et les *landes* pour la Bretagne. Ces trois formes de prairies élevées sont éminemment caractéristiques pour les trois régions naturelles que je viens de nommer. Chaque région vraiment naturelle possède ainsi, presque toujours, quelques formes spéciales, dont l'instinct des habitants, même les plus anciens, n'a jamais manqué d'être frappé, et dont le nom revient constamment dans leur bouche lorsqu'ils parlent aux étrangers des particularités de leur pays.

[1] *Promenades dans les Vosges*, par M. Édouard de Bazelaire; Paris, 1838, pag. 54.

[2] H.-G. Oberlin, *Description géognostique, économique et médicale, du Ban-de-la-Roche*, Strasbourg, 1806, pag. 31.



Les roches solides et peu fendillées qui constituent les masses des montagnes en forme de ballons, terminées par les pelouses des chaumes, offrent quelquefois, sur leurs flancs, des rochers escarpés plus ou moins étendus. Rochers escarpés.

Les divers vallons qui, du Hohneck et des montagnes adjacentes, convergent vers Munster, présentent, pour la plupart, vers leur naissance, des escarpements granitiques presque perpendiculaires, qui interrompent les pelouses des chaumes à très-peu de distance des points culminants.

Cette circonstance se rencontre aussi au ballon d'Alsace, qui présente vers l'E., au-dessus de Seewen, des escarpements du même genre, de 400 mètres de hauteur, auxquels des fentes verticales donnent, en quelques points, l'apparence d'une réunion de prismes grossiers. Ces escarpements se reproduisent, à diverses hauteurs, au fond des vallons qui descendent vers Oberbruck, dans la vallée de Massevaux. Le fond du vallon de Rimbach est terminé par des rochers prismatoïdes d'une belle syénite pareille à celle du ballon, formant des escarpements couronnés de forêts. Le massif de syénite du ballon de Comté ou de Servance se dessine d'une manière analogue, quoique moins prononcée, au fond de la vallée de Plancher-les-Mines. Il forme des montagnes découpées en cônes assez abruptes, mais, en grande partie, boisées de la base au sommet.

Les roches porphyriques donnent lieu aussi quelquefois à des escarpements assez remarquables. Ainsi, au-dessus de Giromagny, à l'entrée du vallon du Puix, on voit, sur son flanc occidental, de grands rochers un peu arrondis de porphyre. A une demi-lieue plus haut, le vallon s'élargit, et, sur son flanc oriental, on voit encore des rochers escarpés et prismatoïdes de la même roche.

C'est à l'existence des grands rochers escarpés, répandus surtout dans la partie granitique des Vosges, qu'est due celle des jolies cascades qui y décorent quelques paysages. Quoique les Vosges soient moins bien partagées, sous ce rapport, que d'autres montagnes d'une hauteur à peu près égale, on y cite cependant les cascades de Bouchot et de Tendon et le saut de la Cuve, entre Remiremont et Gérardmer; le saut des Cuves et les cascades de Retournemer et du Valtin, entre Gérardmer et la crête centrale. Ces six cascades se précipitent sur des rochers granitiques. On y cite encore la cascade de Gehar dans le val d'Ajol, la jolie chute de Storkensohn qui tombe sur des roches schisteuses, près d'Urbay, dans la vallée de Saint- Chutes d'eau.

Amarin, plusieurs cascades sur les porphyres dans les vallées de la Lauch et de Plancher-les-Mines, et la charmante cascade de Nydeck, qui se déploie gracieusement dans une niche formée par de longues colonnes de porphyre, à l'extrémité septentrionale du Ban-de-la-Roche.

Escarpements rares dans les Vosges, à cause du fendillement des roches.

Malgré les exemples nombreux que je viens de citer, on peut dire que les rochers escarpés sont rares dans les Vosges. A l'exception de quelques variétés de granite, celles des roches qui ne s'arrondissent pas d'elles-mêmes par l'action des agents atmosphériques y sont pénétrées, pour la plupart, de fentes très-multipliées, qui se croisent dans toutes les directions, et qui s'opposent à l'existence des rochers verticaux. Ces rochers sont alors remplacés par des pentes rectilignes, couvertes quelquefois de fragments pseudo-réguliers. Ainsi les pentes entre lesquelles on descend du col de Bramont dans la vallée de la Thur sont rectilignes, sans escarpements, et présentent peu de rochers saillants : ce sont, ou des éboulements, ou des rochers rasés obliquement par éboulement. Le flanc granitique qui borde au N. le lac de Longemer, et plusieurs autres masses granitiques de cette contrée centrale, présentent aussi des talus rectilignes inclinés d'environ 28° par rapport à l'horizon. Je citerai encore comme exemple le cap granitique qui se trouve au-dessus de la Bresse, au N. du village de Bramont, dans la vallée dite colline de la Vologne. Ces derniers talus sont nus et l'ont probablement toujours été, ce qui tient, selon toute apparence, à l'extrême sécheresse due au fendillement de la roche.

Tourbières.

Ailleurs l'absence ou le petit nombre des fentes dans des masses granitoïdes ou porphyroïdes arrondies produit aussi des lacunes naturelles dans les forêts. Les eaux que l'absence des fentes oblige à couler à leur surface donnent naissance à un grand nombre de sources, qui facilitent la croissance et la conservation de diverses plantes propres aux lieux humides. Des tourbières se sont ainsi formées dans un grand nombre de dépressions situées à toutes les hauteurs, sur les flancs des montagnes et même près des cimes, dans des parties où la pente est incertaine. On cite surtout les tourbières du Champ-du-Feu et celles qui se trouvent le long de la crête de la chaîne à l'E. d'Orbey (Haut-Rhin), où elles occupent une étendue considérable et s'étendent jusque près du Valtin et de Plainfaing (département des Vosges)[1]. De petits ruisseaux d'une extrême limpidité, sortant de ces tourbières

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 9.

qui retiennent l'eau comme des éponges naturelles, ruissellent sur les flancs des montagnes et rafraîchissent les forêts.

La stagnation des eaux s'opère quelquefois sur une échelle plus grande que dans les tourbières, et donne naissance à des lacs. Les plus grands lacs des Vosges sont ceux de Gérardmer et de Longemer, célèbres par leur aspect pittoresque. On en cite un grand nombre de plus petits, tels que le lac de Seewen, celui de Sternsee et les lacs de Neuweiher, dans la vallée de Massevaux, le lac de Fondromey au-dessus de Rupt, le lac de la Maix entre Saint-Dié et Framont, le lac de Lispach au-dessus de la Bresse, et plusieurs autres qui vont bientôt nous occuper. Plusieurs de ces lacs, celui de Lispach par exemple, sont peu profonds, remplis d'herbes aquatiques, et sur le point, en quelque sorte, de se transformer en tourbières. Le lac de Fondromey, élevé de plus de 200 mètres au-dessus de Rupt, offre quelques îlots tourbeux, couverts de bouleaux, qui changent souvent de place[1]. Lacs.

D'autres lacs, au contraire, quoique peu étendus, sont remarquables, à la fois, par leur profondeur et par leur forme, qui méritent de nous arrêter quelques instants. Leurs bassins sont des amphithéâtres assez analogues à ceux de Meerfeld, de Gillenfeld, de Daun, dans l'Eifel, et au lac Paven en Auvergne, et rappellent, de même, très en grand, les *fontis* occasionnés à la surface du sol par les éboulements qui s'opèrent dans des carrières souterraines abandonnées. Ils entament souvent les flancs des ballons les plus élevés. On cite au moins huit entonnoirs de cette espèce dans la partie centrale et la plus accidentée des Vosges. Lacs dans des cirques.

Dans le flanc oriental du massif granitique des hautes chaumes de Pairis, à l'O. de l'ancienne abbaye de ce nom, sont ouverts deux grands cirques, dont les eaux du lac Blanc et celles du lac Noir occupent le fond. Le premier a sa surface à 1,054 mètres au-dessus de la mer, et le second à 950. Leur aspect est sévère et des plus sauvages; leurs amphithéâtres sont, en grande partie, formés de rochers sourcilleux. Ces rochers et l'azur du ciel se réfléchissent seuls dans les eaux du lac Blanc. Quelques arbres adoucissent l'âpreté du paysage sur les bords du lac Noir. Lac Blanc et lac Noir.

Au N. du Hohneck, sur la pente orientale de la chaîne dont les eaux descendent vers Munster, se trouve un autre entonnoir analogue aux précé- Lac Vert.

[1] Hogard, *Description minéralogique et géologique du système des Vosges* (1837), pag. 29.

35.

dents, comme eux très-escarpé, et dépourvu, en partie, de végétation; mais il n'y a au fond qu'une flaque d'eau au milieu d'une petite prairie presque circulaire.

Lac de Retournemer. D'autres lacs du même genre, mais situés au milieu de roches moins propres à produire des escarpements, ont un aspect beaucoup plus riant, grâce à la belle végétation dont leurs bords sont revêtus : tel est particulièrement celui de Retournemer, situé sur le versant occidental de la chaîne centrale.

L'entonnoir dont il occupe le fond est évidé dans le prolongement septentrional du massif granitique du Hohneck. Sauf trois échancrures, dont la plus large et la plus profonde est celle qui conduit les eaux vers le lac de Longemer, cet amphithéâtre est presque aussi régulier que ceux des lacs de l'Eifel, quoique beaucoup plus profond. Le lac n'en couvre pas toute la base. La partie orientale du fond est occupée par une prairie, comme au lac de Meerfeld.

Lac des Corbeaux. Le lac des Corbeaux, situé aussi sur le côté occidental de la chaîne centrale, présente une forme intermédiaire entre celles dont je viens de parler: il entame un granite porphyroïde peu fendillé, et qui donne lieu à quelques escarpements dans lesquels le granite affecte une forme prismatoïde. Ces escarpements sont parsemés de quelques arbres, et toutes les pentes régulières qui occupent la plus grande partie de l'entonnoir sont couvertes d'une forêt de hêtres et de sapins. On a établi une écluse de cinq à six pieds de chute, afin de faire du lac un réservoir d'eau pour les usines et pour le flottage.

Lacs de Blanchemer et du Marchais. Au N. du lac des Corbeaux, entre ce lac et celui de Retournemer, on trouve les lacs de Blanchemer et du Marchais, qui leur sont analogues.

Lac du Ballon. Mais le plus remarquable peut-être de tous ces lacs est celui du Ballon, dont l'amphithéâtre entame le flanc septentrional du ballon de Guebwiller. Cet amphithéâtre a la forme d'un entonnoir grossièrement circulaire, un peu allongé du N. au S. Il est entaillé dans un pétrosilex quartzifère porphyroïde et quelquefois bréchiforme. Cette roche, généralement fendillée, ne forme pas de rochers escarpés, mais, au contraire, des talus rectilignes inclinés de 26 à 28 degrés. La pente est uniforme sur tout le pourtour, à l'exception de deux petits vallons qui déforment légèrement le cirque et où l'inclinaison est plus faible. Les parois s'élèvent à plus de

250 mètres au-dessus du niveau des eaux du lac, dont la surface est à environ 900 mètres au-dessus de la mer et à 500 au-dessous de la cime du Ballon. Sa profondeur moyenne est de 30 mètres; sa superficie est d'environ 75,000 mètres carrés, ou, en d'autres termes, son diamètre moyen est d'environ 300 mètres.

La surface des eaux était jadis plus élevée, et, par conséquent, plus étendue qu'elle ne l'est aujourd'hui; mais, en 1740, les pluies et les neiges les firent monter à une hauteur extraordinaire, et, le 21 décembre, au milieu de la nuit, l'écluse et la digue construites par Vauban se rompirent avec un fracas épouvantable: une masse d'eau énorme, haute de 16 mètres, se précipita avec fureur dans la vallée de la Lauch, dont elle inonda tout le fond. Guebwiller et Isenheim éprouvèrent des pertes considérables : dans ce dernier village, les maisons devinrent la proie du torrent. Une inondation semblable eut lieu en 1778[1]. Ces débâcles réitérées paraissent avoir abaissé l'issue du lac au-dessous de son ancien niveau, en entamant une digue de matériaux meubles qui les retenait, mais qui probablement n'était pas en entier l'ouvrage de l'art. Dans tous les cas, les surfaces des deux tronçons de cette digue sont si bien conservées, que la rupture paraît encore toute fraîche, quoique de grands et vieux sapins, qui croissent dans la rupture même au niveau actuel du lac, avertissent l'observateur attentif que l'échancrure est déjà ancienne. L'abaissement subit que les eaux du lac ont éprouvé est attesté par des replats qui existent à la hauteur de l'ancien bord, et qui se terminent par des talus rapides sur les bords du lac actuel.

De belles truites peuplent ce lac. Le lac de Retournemer, qui lui ressemble beaucoup, quoiqu'il soit un peu moins élevé (environ 800 mètres au-dessus de la mer), en renferme également. Quelques oiseaux aquatiques animent doucement la surface de l'un et de l'autre. On trouverait difficilement des réduits plus calmes, plus solitaires, plus propres à une méditation silencieuse, que ces amphithéâtres creusés dans les flancs de montagnes inhabitées. Vues des pentes boisées qui les dominent, ces eaux bleues et tranquilles semblent comme un miroir placé au fond d'une coupe de verdure. Elles sont entourées d'une végétation vigoureuse, dont la beauté est due en partie à l'abri que produit naturellement le contour, presque complétement fermé, de leurs bassins. Des sapins séculaires, des

Belle végétation qui couvre les amphithéâtres de plusieurs de ces lacs.

[1] *Statistique du Haut-Rhin*, pag. 11 et 12.

hêtres magnifiques, croissent ensemble sur ces pentes rectilignes, et mélangent leurs feuillages de mille teintes diverses, jusqu'à leur limite supérieure. Cette forêt fait un effet d'autant plus agréable qu'elle change de caractère en s'élevant, comme les fleurs d'un bouquet symétriquement disposé. Vers le bas, les arbres sont grands, et les sapins blancs dominent souvent parmi eux. Ils y naissent et meurent en paix, et on en voit des troncs séculaires, morts de vieillesse et restés sur pied au milieu de la verdure. A mesure que l'on s'élève, ils cèdent la place aux hêtres, auxquels se mêlent des sapinettes, des frênes, de très-beaux planes, de magnifiques tilleuls, ainsi que des merisiers, des saules, des sorbiers des oiseaux, etc. Les framboisiers, l'osier fleuri, occupent toutes les parties où les arbres sont petits et clair-semés. Tout au haut de l'amphithéâtre on voit finir tous les arbres, à l'exception des hêtres, qui, restés maîtres du terrain, tendent déjà eux-mêmes à disparaître. Ils deviennent petits, crochus, en quelque sorte nains, et se perdent sous forme de buissons, comme nous l'avons déjà souvent remarqué dans les pelouses qui couvrent le dôme du Ballon et celui du Hohneck.

Forêts des Vosges en partie dévastées.

De beaucoup de cimes des Vosges l'œil n'embrasse que des pelouses et des forêts; mais ces belles forêts, qui formaient, dans l'origine, la parure naturelle des montagnes, ne se sont conservées entières que dans quelques cantons, où elles ont été protégées par la prévoyance de leurs possesseurs et par l'art des forestiers. On peut citer, sous ce rapport, les flancs de la vallée de la Thur, au-dessus de la verrerie de Wildenstein; ceux de la vallée de la Vologne, au-dessus de la Bresse; ceux de la vallée de Plancher-les-Mines et de la vallée d'Andlau. Ailleurs, le défrichement et la dent des bestiaux les ont généralement détruites ou dévastées, quoique d'une manière inégale.

Rien n'est si commun, sur les pentes des Vosges, que de voir des chalets placés au milieu de forêts démantelées, dont il ne reste que des lambeaux épars au milieu de la pelouse, comme les massifs d'un jardin anglais. La vallée de Massevaux, celle de Munster, celle de Guebwiller, en présentent de nombreux exemples. Telle est, en particulier, la pente orientale du ballon de Guebwiller, par laquelle on descend de sa cime à Rimbach.

Cultures.

Dans toutes les parties où les forêts s'éclaircissent, l'aspect de la végétation indique une médiocre fertilité. Des champs cultivés en seigle sont épars

çà et là au milieu de la pelouse, entourés de grosses pierres arrachées de leur sein et rangées alentour en forme de murs cyclopéens. Lorsque ce seigle, en mûrissant, a pris une teinte d'un jaune blanchâtre, les plaques quadrangulaires qu'il forme au milieu de la verdure semblent, de loin, comme des cartes à jouer jetées au hasard sur un tapis vert. On y cultive aussi le sarrasin et les pommes de terre.

Culture du bois.

Depuis quelques années, on a fait des essais pour faire revivre, à la place de ces maigres pelouses et de ces chétives moissons, *la culture de la matière ligneuse,* l'une des productions les plus importantes pour ces contrées devenues manufacturières. Dans plusieurs parties des flancs de la vallée de Guebwiller, et dans quelques autres localités, on a fait des plantations de *pinus silvestris* qui paraissent réussir.

Dans toutes les parties élevées des Vosges, et notamment autour du ballon de Guebwiller, les champs cultivés se renferment dans des zones de peu de largeur, qui suivent les cours d'eau principaux. Les parties inférieures des flancs des vallées sont, ici, les endroits où les forêts ont été le plus généralement détruites pour faire place à la culture.

Vallées de la partie centrale des Vosges.

Les vallées, dans cette partie centrale des Vosges, présentent souvent un fond plat, dont la condition naturelle était peut-être d'être occupé par des aunes; mais presque partout ces aunes ont fait place à des prairies où se déploient fréquemment de longues rangées de peupliers.

Les flancs rapides des montagnes s'enfoncent brusquement sous ce fond plat, et, dans leur état naturel, les forêts de hêtres ou celles de sapins les couvraient jusqu'au niveau de la vallée, comme on le remarque encore dans le flanc méridional de la vallée de la Thur, aux environs de Saint-Amarin.

Vallées de la pente alsacienne, profondes et abritées.

Les vallées de la pente orientale des Vosges, dont le fond vient se raccorder avec la plaine de l'Alsace, sont très-profondes et très-abritées; presque jusqu'à leur naissance, elles participent à peu près au climat de la plaine.

A Horben, vers le haut de la vallée de Massevaux, on trouve dans les jardins des cerisiers, des pruniers, des pommiers, des noyers et même des treilles. On en voit aussi dans le haut de la vallée de Saint-Amarin, jusqu'à la verrerie de Wildenstein. Les vignes qui occupent, le long de l'Alsace, les premières pentes des Vosges, pénètrent dans les embouchures de leurs vallées. Elles couvrent la base du vieux château de Thann, et entrent dans la vallée de

Guebwiller jusqu'à Lauterbach, et dans le bassin de Villé jusqu'à Steige, qui se trouve déjà bien loin dans l'intérieur de la région montagneuse.

Vallées de la pente occidentale, moins profondes, moins abritées, plus sauvages.

Les vallées de la pente occidentale des Vosges sont généralement bien moins favorisées, sous le rapport du climat et des productions, que celles de la pente orientale. Elles débouchent dans la plaine de la Lorraine, qui est plus haute que celle de l'Alsace, et leur fond est, toutes choses égales, plus élevé au-dessus de la mer que celui des vallées correspondantes de la pente alsacienne. On chercherait vainement, autour de la Bresse et de Gérardmer, les treilles, les noyers, les arbres fruitiers des vallées de Munster et de Saint-Amarin. Entre les maigres cultures qui sont répandues sur les terrains les moins accidentés, on ne voit que quelques sapins, restes de forêts démantelées, et des merisiers dont les fruits servent à faire le kirsch-wasser.

Région des lacs et des cascades.

Les montagnes du flanc occidental des Vosges, qui s'abaissent assez doucement jusqu'au bord des plaines de la Lorraine, sont moins élevées, moins profondément découpées, moins fortement accidentées, mais, en même temps, plus sauvages, que celles de la pente alsacienne. La région des lacs du Cumberland, dans le N. de l'Angleterre, jouit, comme contrée pittoresque, d'une réputation justement méritée; mais celle des lacs des Vosges mériterait au moins de l'égaler. Cette région aboutit au lac de Retournemer, et comprend les lacs de Longemer et de Gérardmer situés à 746 et 631^{m} au-dessus de la mer, ainsi que les vallées environnantes, où plusieurs cascades, telles que celles de Tendon, du Bouchot, du Valtin, bondissent encadrées entre des rochers sourcilleux et des arbres séculaires. Les eaux qui s'écoulent du lac de Retournemer dans celui de Longemer forment elles-mêmes une jolie cascade, et la Vologne, après sa sortie de ce dernier lac, en présente une nouvelle au saut des Cuves. Plus bas, après avoir arrosé d'agréables prairies semées de bouquets de sapins, elle s'échappe, en écumant, à travers une gorge étroite, qui semble n'être que l'élargissement d'une fente ouverte à travers une barrière granitique. C'est la réunion de ces éléments pittoresques, joints aux beautés d'une végétation vigoureuse, qui, dès les siècles précédents, a fait naître ce vieux dicton :

« *Sans Gérardmer et un peu Nancy, qu'est-ce ça serait de la Lorraine ?* »

Gorge de la Vologne.

Les montagnes qui entourent le lac de Gérardmer sont couvertes de belles forêts de sapins, dont la sombre verdure, réfléchie dans ses eaux, rappelle

les formes grandioses et sévères de la nature primitive. Ces beaux sapins se continuent sur les flancs de la gorge étroite dont nous venons de parler, par laquelle la Vologne atteint le village de Granges, où elle trouve une vallée plus évasée. Cette gorge, qui débouche presque dans les plaines, offre toute l'âpreté des vallées des hautes montagnes. Ses flancs granitiques ne laissent entre leurs bases que le passage du torrent, et de petites lisières de prairies, sur lesquelles la route est tracée. Ils présentent, tantôt des pentes abruptes où la surface rocailleuse du granite se montre à découvert; tantôt des talus rectilignes de débris inclinés de 20 à 40°, composés de blocs éboulés les uns sur les autres, et entre lesquels les sapins n'ont pu croître; tantôt, enfin, des talus de menus fragments que les sapins couvrent en entier jusqu'au bord même du torrent. Ces sapins sèchent quelquefois sur pied, et leurs troncs restent debout au milieu de la forêt, jusqu'à ce que le temps les fasse tomber en pourriture. J'ai souvent observé ce phénomène dans les Vosges; mais il est encore plus remarquable ici, sur le bord de la route qui débouche des Vosges dans les plaines de la Lorraine, et il montre combien le bois a encore peu de valeur dans ces contrées.

Ces montagnes sont couvertes assez indifféremment de forêts de hêtres ou de sapins. Dans les parties élevées, les sapins dominent souvent sur les hêtres et les chênes, ou même les remplacent tout à fait. Quelquefois ils ont donné leur nom aux montagnes elles-mêmes, témoin la montagne *des sapins de Saint-Dié*. Ce sont eux qui occupent les montagnes des environs de Bruyères et de Raon-l'Étape, ainsi que les pentes du Climont, celles du château de Salm et du Donon, aux environs de Schirmeck.

Caractère des montagnes qui forment la bordure occidentale des Vosges.

Dans les parties plus basses qui bordent la plaine, les deux espèces de végétation se disputent le terrain. La montagne des bois de Remiremont, qui forme à l'E., vers Plombières, le bastion le plus avancé des Vosges, est entièrement couverte de sapins. La montagne de Grimouton, qui forme, sur la rive droite de la Moselle, le prolongement au N. N. E. de la première, ne présente des sapins que sur quelques revers opposés au N.; mais, sur sa cime et sur la pente tournée vers la Moselle, on distingue surtout des hêtres et des chênes. D'autres montagnes, analogues par leurs formes et leurs forêts, font suite, vers le N. N. E., à celle de Grimouton. Des environs d'Épinal, de Charmes et de Lunéville, on voit l'horizon borné et dominé à

l'E. par une ligne continue de forêts, qui s'étend d'abord des bois d'Hérival à Raon-l'Étape, et de là vers les sources de la Sarre, aux environs de la cristallerie de Saint-Quirin. Ce sont, en partie, des forêts de hêtres et autres, dont les feuilles jaunissent en automne et tombent en hiver. Quelques-unes sont formées de sapins.

Prolongement septentrional des Vosges.

Ces montagnes si bien boisées, qui terminent les Vosges le long des plaines de la Lorraine, sont remarquables par leurs formes aplaties; et c'est sous cette forme plate, quoique généralement bien distincte de la plaine, que les Vosges se continuent, au N. de Saverne, jusqu'au pied du Mont-Tonnerre. Le fond des vallées y présente des pâturages, et la partie inférieure de leurs flancs porte des champs de seigle ou de pommes de terre. Les chemins suivent leurs détours, et toutes les habitations y sont réunies. Les parties élevées sont boisées et désertes, occupées uniformément par de vastes et belles forêts de hêtres, de bouleaux et de chênes, où on ne rencontre que quelques bûcherons : ces contrées, que constitue exclusivement une seule roche, le grès des Vosges, ont, non-seulement sur le terrain, mais même sur les cartes de Cassini, et mieux encore sur les feuilles de la nouvelle carte de France publiée par le dépôt de la guerre, un aspect remarquablement uniforme, avec lequel l'œil se familiarise promptement, et qui, même sur la carte, les distingue, au premier coup d'œil, de la partie méridionale, qui est, à la fois, plus élevée et plus variée.

On distingue la partie septentrionale des Vosges par le nom de *basses Vosges* ou de *Hardt*.

Ces deux parties des Vosges se trouvent presque séparées par un étranglement que présente la région montagneuse à la hauteur de Saverne. Les différences qu'on observe dans leur hauteur et dans leur composition auraient pu leur faire donner des noms distincts, de même qu'on a distingué la forêt Noire ou *Schwarzwald* de l'*Odenwald,* situé plus au N., et même avec encore plus de fondement. Quelquefois on désigne, en effet, la partie septentrionale par le nom de basses Vosges ou de *Hardt;* mais, comme les deux parties, malgré leurs nombreuses dissemblances, sont le prolongement l'une de l'autre, et qu'elles jouent le même rôle par rapport aux plaines qu'elles séparent, l'habitude a prévalu de les considérer collectivement.

Deux grandes masses dans les Vosges: montagnes arrondies

Les Vosges, considérées dans tout leur ensemble, présentent deux espèces de montagnes qui se distinguent avant tout par les formes de leurs profils : les montagnes arrondies, qui occupent, dans le midi du groupe, un

espace triangulaire, dont les trois angles sont situés aux environs de Massevaux, de Remiremont et de Schirmeck; et les montagnes aplaties, à formes carrées, composées de grès, qui constituent toute la partie septentrionale, et qui, de plus, forment trois files disposées sur les trois côtés du triangle occupé par les premières.

et montagnes aplaties. Comment les secondes enveloppent les premières.

Sur le côté méridional de ce triangle, au pied des ballons, la rangée des montagnes de grès est étroite et interrompue, peu prononcée; sur le côté de l'E., elle n'est pas non plus entièrement continue. Elle commence vers le S. par des lambeaux de grès peu considérables, qui, à mesure qu'on avance vers le N., s'élèvent et se prononcent davantage.

Montagnes de grès : rangée du sud; rangée de l'est.

Un peu au-dessus du village de Steinbach, là où la vallée de ce nom débouche, au N. de Thann, des montagnes porphyriques, le pied de son flanc méridional est jonché de blocs de grès des Vosges, au point de montrer qu'il en est composé. Entre la vallée de Rimbach et celle de Guebwiller, les montagnes se terminent par un massif aplati de grès des Vosges, couvert de plantations de *pinus silvestris*.

La base de la montagne qui domine Guebwiller au N. est formée de roches schisteuses, sur lesquelles se superposent des couches horizontales de grès des Vosges, qu'on peut suivre de là vers Bühl et Saint-Gengolf. Le grès des Vosges forme aussi les montagnes qui dominent, vers l'E., Sultzmalt et Ruffach, et offre, vers la plaine, de grands escarpements, sur lesquels se dessinent ses couches horizontales. Ces montagnes de grès se prolongent encore vers le N. jusque près de l'entrée de la vallée de Munster.

Au N. de cette vallée, en montant de Turkheim vers la montagne de Honack, on passe du granite sur le grès des Vosges, qui en constitue le sommet. La ligne des montagnes de grès se continue depuis le Honack jusqu'aux environs de Saint-Hippolyte. Le flanc méridional de la vallée de Liepvre est couronné, depuis Châtenois jusque près de Sainte-Marie-aux-Mines, par une suite de montagnes de grès des Vosges, qui poussent quelques ramifications au S. O. de Thannenkirch. Cette ligne de montagnes présente, vers le N. O., un promontoire escarpé, sur lequel on distingue de très-loin le vieux château de Hohen-Kœnigsburg.

Entre le val de Liepvre et celui de Villé, s'élèvent plusieurs montagnes de grès des Vosges, dont une domine Liepvre vers le N.; et, à l'E. de Villé, se trouve la montagne de l'Ungersberg, dont la partie supérieure,

isolée de toutes parts, est composée de grès des Vosges. Mais, à cette hauteur, la ligne des montagnes de grès est presque interrompue; la cime isolée de l'Ungersberg en marque seule la direction.

Elle recommence un peu au N. de ce point, et on en rencontre bientôt un groupe considérable, escarpé à la fois vers l'E. et vers l'O., dont l'angle N. E., nommé la montagne de Sainte-Odile, est célèbre par la belle vue qu'on a de son sommet, d'où on aperçoit le cours du Rhin sur une longueur de plus de 30 lieues. Elle présente un cap taillé à pic vers l'E. et le N. O., sur une grande hauteur.

Montagnes de grès : rangée de l'ouest.

Ces montagnes de grès s'étendent jusqu'à la vallée de la Brüche. Elles recommencent de l'autre côté, et se joignent, au N. du vieux château de Nydeck, avec celles qui reposent sur le penchant N. O. du massif central des montagnes arrondies, et qui forment une troisième bande beaucoup plus large et beaucoup plus continue que celles qui bordent les deux autres côtés du triangle. Elles en diffèrent encore par d'autres circonstances.

De ce côté, on voit le terrain de grès des Vosges s'abaisser en s'approchant de la plaine, sur les bords de laquelle il y a des escarpements qui, quoique très-sensibles, sont cependant moins considérables que ceux du flanc oriental; il se relève, au contraire, doucement vers l'intérieur de la région montueuse, où il constitue, presque jusqu'à son centre, de hautes cimes détachées, telles que le Haut-du-Tault (980 mètres), le Haut-du-Roc (1,016 mètres), le Climont (974 mètres). Des environs de Raon-l'Étape, les montagnes de grès se prolongent sans interruption jusqu'aux environs de Raon-sur-Plaine, où elles se lient avec les montagnes des Hautes-Chaumes, qui dominent Framont, vers le midi, en faisant face au Donon, et qui tiennent à la montagne où est situé l'ancien château de Salm.

Entre ces montagnes serpentent des vallées d'un caractère tout particulier, dont les voyageurs ne se lassent pas d'admirer les points de vue pittoresques, telles que « la paisible vallée de Celles, au N. E. de Raon-« l'Étape, qui se prolonge, gracieuse et variée, entre des pentes douces, « où la tendre verdure du hêtre se marie à la teinte sombre des sapins. « Elle s'entr'ouvre par intervalles pour faire place à de beaux villages, puis « se ferme au pied du Donon, dont le sommet nous offre ses souvenirs et « son magnifique panorama[1]. »

[1] E. de Barzelaire, *Promenades dans les Vosges*, pag. 31.

Le sommet du Donon est, après le Haut-du-Roc, le point le plus élevé où se remarque le grès des Vosges. D'après les observations géodésiques, il atteint à 1,013 mètres au-dessus de la mer; le grès y est cependant d'une épaisseur moindre qu'en beaucoup d'autres points, mais il repose sur une proéminence du terrain schisteux et porphyrique. Le Donon.

Cette montagne est séparée de toutes celles qui l'entourent depuis le point où cesse le terrain porphyrique; mais, malgré cet isolement, toutes les couches paraissent sensiblement horizontales et n'offrent aucune trace de bouleversement. Seulement ses flancs, dont la pente est assez rapide, sont couverts, en beaucoup de points, de blocs de grès amoncelés les uns sur les autres.

Le Donon, quoique d'une hauteur à peu près égale à celle de plusieurs des ballons des Vosges, ne leur ressemble en rien dans ses formes. Loin d'avoir, comme eux, une cime arrondie et gazonnée, il est, au contraire, couronné de grands rochers presque nus, dont le profil présente des couches saillantes et rentrantes. Quelques-unes contiennent beaucoup de galets quartzeux. La couche la plus élevée n'en renferme presque pas : c'est une grande dalle homogène, dont la surface supérieure est plane et interrompue seulement par quelques fissures verticales.

Cette pierre est, à la fois, un monument naturel et un monument historique. A des époques antérieures à l'histoire écrite de ces contrées, elle a été vraisemblablement le théâtre de nombreux actes religieux. A côté de ce rocher, on voit, sur des blocs de grès épars, des figures en bas-relief, de grandeur naturelle, grossièrement sculptées. Quelques personnes les regardent comme les restes d'un temple de druides; d'autres, comme ceux du tombeau de Pharamond, roi des Francs.

De cette terrasse naturelle, plus haute que toutes les montagnes voisines, et qui, jusqu'aux rivages de la Manche et de la mer du Nord, ne rencontre pas de rivales, on aperçoit, à la fois, la plus grande partie de la Lorraine, de l'Alsace, du grand-duché de Bade et de la chaîne des Vosges : c'est un des plus beaux horizons qui existent en France.

Près du Grand-Donon se trouvent deux montagnes presque aussi élevées que lui, le Petit-Donon et le Kohlberg. Leurs parties supérieures sont, de même, formées de grès des Vosges; leurs sommets sont arrondis et leurs pentes couvertes de blocs de grès. Un peu plus loin, à l'E., on découvre le

cap élevé qui supporte les ruines du château de la Muraille. Ce cap, dont elles semblent avoir été détachées, se relie lui-même, au N. du château de Nydeck, ainsi que je l'ai déjà dit, avec l'extrémité des montagnes de grès de la bande orientale. Ce sont là, à l'exception des cimes isolées du Haut-du-Tault et du Haut-du-Roc, les parties les plus élevées de tout l'ensemble des montagnes de grès; leurs pentes abruptes circonscrivent en demi-cercle le pied des montagnes arrondies du Ban-de-la-Roche. A partir de ce point, la bande du N. O., réunie à celle de l'E., se prolonge jusqu'au parallèle de Manheim; elle présente, dans toute cette étendue, la forme d'un grand plateau dont la largeur est variable, mais dont la hauteur ne varie que faiblement d'un point à l'autre, et elle constitue à elle seule toute la partie septentrionale de la chaîne des Vosges, dans laquelle les roches anciennes ne paraissent plus qu'en un petit nombre de points isolés, situés au fond de quelques-unes des vallées qui découpent profondément le grand massif de grès.

La partie septentrionale des Vosges est un grand plateau de grès.

Vallées qui la découpent.

Ces vallées étroites et profondes, et toujours remarquablement pittoresques, sont flanquées de pentes très-abruptes, qui montrent souvent des escarpements sur une partie de leur hauteur. Lorsque ces vallées sont entièrement creusées dans le grès, on ne voit jamais, au fond, de rochers isolés, et on y trouve rarement des blocs épars. Le sol y est composé de sable produit par la désagrégation du grès. Les courants d'eau attaquant aisément cette roche, le creusement des vallées a pu atteindre une limite telle, que leur fond est très-peu incliné. Le ruisseau y serpente au milieu d'une prairie très-unie; jamais son lit n'est jonché de gros cailloux roulés, comme dans les terrains cristallins; ses eaux glissent sans bruit sur un sable assez fin. Comme le grès des Vosges laisse filtrer les eaux, on n'y voit presque jamais de sources sortir du milieu du flanc des montagnes, et celles qui coulent à leur pied sont extrêmement limpides.

A la base des flancs de la vallée se trouve ordinairement un talus de sable et de fragments de grès, couronné par un escarpement taillé à pic, mais dont le plan n'est cependant pas vertical. Les diverses couches du grès, résistant plus ou moins à l'action de l'air, se sont plus ou moins dégradées, et se dessinent par une saillie ou une rentrée plus ou moins grandes. On est frappé, à l'aspect de ces escarpements, de l'horizontalité des couches et du peu de fissures verticales qu'elles paraissent présenter.

Escarpements qu'elles présentent.

Souvent la couche la plus élevée de l'escarpement est plus saillante que toutes les autres, et semble les avoir protégées par sa solidité. Cette espèce de corniche renferme fréquemment assez de galets de quartz pour être un véritable poudingue.

Lorsqu'une vallée présente des escarpements sur les deux flancs, on remarque presque toujours que les couches qui s'y dessinent par leur plus ou moins de saillie se correspondent à peu près pour la hauteur. On ne peut douter qu'elles n'aient formé continuité autrefois; l'ouverture de la vallée les a séparées.

Très-souvent, à côté des escarpements, on voit des rochers minces et d'aplomb, semblables à des colonnes grossièrement taillées, qu'on dirait avoir été laissés comme des témoins de l'ancienne étendue des couches de la montagne. Ces couches se dessinent sur la surface du rocher par leur plus ou moins de saillie, de sorte qu'il semble composé de blocs inégaux placés horizontalement les uns sur les autres; mais la correspondance de ces couches avec celles de l'escarpement montre qu'il est encore en place, et n'est séparé de la montagne que par une fissure graduellement agrandie.

Quelquefois les escarpements s'étendent jusqu'au sommet de la montagne et forment un angle droit avec le plateau qui la couronne; mais, en général, on trouve au-dessus de la partie escarpée un talus plus ou moins incliné, qui a probablement remplacé la partie supérieure de l'escarpement autrefois plus élevée. Le sol de ces talus est généralement formé des débris du grès désagrégé; on y voit percer çà et là les couches horizontales qui constituent la masse de la montagne.

Au-dessus de ce nouveau talus s'observe parfois un second escarpement. Une même montagne peut présenter ainsi plusieurs talus et plusieurs escarpements successifs.

Le sommet de la montagne est souvent tout à fait arrondi. D'autres fois il est couvert de blocs amoncelés formés des parties les plus solides du grès, qui atteignait antérieurement au niveau supérieur, et dont les parties les moins solidement agglutinées ont été entraînées par les eaux.

Formes de quelques rochers de grès.

Très-souvent aussi les agents destructeurs, en arrondissant et en abaissant le sommet, y ont laissé, comme un témoin de sa première hauteur, un rocher stable et taillé à pic, qui peut être comparé à ceux qui s'élèvent le long des escarpements. Les formes carrées de ces rochers, les lignes horizontales qui



s'y dessinent, leur donnent un aspect de ruines qui s'allie assez heureusement avec celui des restes de vieux châteaux, dont plusieurs sont, en effet, couronnés.

Leur position dominante et leurs flancs taillés à pic les rendaient faciles à fortifier.

Vieux châteaux qui les couronnent.

Dans toute la partie des Vosges où l'on parle encore la langue allemande, chacun de ces rochers a fourni les fondements et, pour ainsi dire, l'esquisse d'un château, qu'on a taillé en grande partie dans sa masse et qui semble associé à sa durée. D'une portion détachée et plus élevée que le reste, on a fait une tour, dans l'intérieur de laquelle on a taillé un escalier tournant. Dans une portion plus massive on a ouvert des salles et des chambres. Avec les pierres qu'on en a extraites, on a construit l'étage supérieur et formé les créneaux de la plate-forme. Un petit nombre de très-petites fenêtres, entourées d'ornements contournés et délicats, percent les flancs du rocher, qui conserve quelquefois entre elles sa surface brute, et allie aux décorations légères et maniérées de l'architecture gothique des lignes horizontales et des corniches naturelles d'un style plus élevé.

Le grès des Vosges est si durable, que ces monuments des siècles de la chevalerie sont souvent très-bien conservés, et semblent n'être abandonnés que depuis peu de temps. Ils forment un des traits marquants du paysage de ces contrées pittoresques. On les aperçoit surtout, en grand nombre, sur les promontoires escarpés que forment les montagnes de grès tout le long de la plaine du Rhin. La maison de Habsbourg, la maison de Salm, et plusieurs autres familles princières, ont vu commencer leur existence politique dans quelques-uns de ces vieux manoirs, actuellement inhabités. Lorsque, d'un point découvert, l'œil embrasse dans son ensemble cette longue file d'antiques résidences, l'imagination se reporte toujours avec un certain plaisir aux temps où, toutes habitées, bien entretenues, entourées des attributs de la richesse, brillantes du luxe d'alors, pavoisées, dans un jour de fête, des bannières et des écussons de leurs seigneurs, on voyait ces fleurs de la civilisation du moyen âge s'élever et s'épanouir au milieu de la verdure des forêts.

Les Vosges se distinguent nettement des contrées

Les Vosges se détachent, en général, assez nettement des contrées qui les entourent. La Franche-Comté et même la Lorraine ne présentent, à la vérité, que très-peu de parties complétement unies, et auxquelles le

nom de *plaines* puisse s'appliquer en toute rigueur. Elles offrent, au contraire, presque partout des mouvements de terrain plus ou moins sensibles, et qui, transportés isolément dans les plaines des Landes ou de la Flandre, y recevraient le nom de *montagnes*. Mais les mots de *plaine* et de *montagne* n'ont, dans leur application, qu'un sens relatif, et ici la manière dont on doit les appliquer se présente d'elle-même à l'observateur. De toutes parts on voit la masse des Vosges s'élever au-dessus des terrains plus bas qui les entourent, et, si on se dirige vers cette masse proéminente, on rencontre généralement un point où les ondulations du sol prennent subitement un caractère plus prononcé. Où, suivant l'expression même des habitants du pays, pour qui ces mots ne servent qu'à exprimer un contraste qui les a toujours frappés, on passe *de la Plaine dans la Montagne*, là commencent les Vosges; et la suite de tous les points où ce contraste se manifeste en forme la délimitation. **qui les entourent.**

La règle que je viens d'indiquer n'est cependant pas complétement exempte d'exceptions. Vers le N., en approchant du Mont-Tonnerre, les Vosges semblent s'effacer par degrés : mais ces parties, situées hors de France, ne doivent nous occuper que subsidiairement.

Dans le reste de leur pourtour, les trois plaines qui limitent les Vosges se distinguent généralement, d'une manière assez nette, de la région montagneuse; mais elles présentent des caractères différents, qui rendent plus ou moins facile à saisir la distinction dont il s'agit.

Bord des Vosges du côté de l'Alsace.

La plaine basse et presque toujours unie, ou faiblement ondulée, de l'Alsace, contraste le mieux avec les montagnes, et, depuis Landau jusqu'à Cernay et à Giromagny, elle en dessine le pied avec une grande netteté.

Du côté de la Lorraine.

La plaine plus élevée et plus ondulée de la Lorraine ne tranche pas aussi fortement avec les montagnes que celle de l'Alsace; il y a même une partie, entre Saverne et Lichtenberg, où les Vosges, très-rétrécies, s'abaissent au niveau de la plaine de la Lorraine. Cependant, en général, la ligne de démarcation est prononcée, et de loin on voit les montagnes s'élever brusquement au-dessus de la plaine et la terminer.

Du côté de la Franche-Comté.

La plaine de la Franche-Comté est encore plus accidentée que celle de la Lorraine; ce n'est même véritablement qu'un vaste assemblage de collines entre lesquelles coulent, presque depuis leur naissance, la Saône et ses affluents. Vers Beffort, ces collines demeurent si humblement déprimées

au pied des Vosges, que le bord des montagnes reste parfaitement marqué; mais, plus à l'O., en se rapprochant des plaines de la Lorraine, les collines s'élèvent un peu, et en même temps les montagnes s'abaissent sensiblement, de manière qu'aux environs de Plombières il pourrait sembler, au premier abord, qu'il y a fusion entre les deux régions : il suffit cependant, presque toujours, de trouver un point de vue favorable, pour les voir aussitôt se séparer l'une de l'autre. Il y a, vers le val d'Ajol, une exception sur laquelle nous reviendrons; mais, lorsqu'on a monté la côte qu'on trouve en sortant de Plombières par la route de Remiremont, et qu'on est parvenu au niveau général des plateaux environnants, on découvre, à l'E. N. E., des montagnes couvertes de sombres forêts de sapins, qui portent le nom de bois de Remiremont, d'Hérival, etc. Ces montagnes, qui semblent être le commencement d'un monde tout nouveau, ne sont autre chose que le bord des Vosges. On le suit ensuite vers le N. N. E. avec la plus grande facilité.

Les Vosges forment une île montagneuse.

Les Vosges forment ainsi, au milieu des plaines qui les entourent, une île montagneuse qui, surtout vers le midi, est complétement détachée. La plupart des cartes de France donnent une idée peu exacte de la configuration extérieure de ces contrées, en représentant les Vosges comme liées au Jura et à la Côte-d'Or par des chaînes de montagnes continues : ces chaînes sont complétement imaginaires. Si le niveau des mers s'élevait de 3 à 400^{m}, les Vosges formeraient réellement une île ou un archipel, qui, très-étroit vers *Saverne*, aurait une largeur de 6 ou 8 myriamètres sous le parallèle de *Remiremont* et sous celui de *Bitche*.

Détails sur les contours et les formes de cette île.

Les bords de cette île montagneuse sont généralement faciles à observer, et méritent d'être examinés en détail, à cause des phénomènes géologiques qui s'y dévoilent. J'ai eu, de 1821 à 1838, de nombreuses occasions de faire, à ce sujet, des remarques que j'ai, pour la plupart, écrites sur place. Je vais les rassembler ici avec une abondance qui pourra paraître exagérée, mais dont le but est de faire bien comprendre au lecteur qu'il n'y a rien d'idéal, ni dans la délimitation, ni dans la configuration générale que j'attribue aux Vosges, et que les conséquences que j'en déduis dans la suite de ce chapitre sont fondées sur une observation persévérante. Je crois, d'ailleurs, que, si on ne l'indiquait pas d'une manière bien explicite, on serait peu porté à se figurer qu'il soit si fréquent et si facile de passer en revue, d'un seul coup d'œil, une grande partie de ce massif montagneux.

La montagne des bois de Remiremont forme le cap le plus avancé des Vosges vers le S. O. La montagne de Grimouton, qui n'est, sur la rive droite de la Moselle, que la continuation de celle des bois de Remiremont, fait aussi partie du bord de la région montagneuse, et elle est continuée elle-même par celle du Ban-du-Bois entre Éloyes et Docelles. Ces trois montagnes, sans être très-élevées, le sont cependant déjà assez pour cacher souvent leur tête dans les nuages qui s'étendent à l'O. au-dessus des plateaux de Xertigny et de Bains, plateaux qui, pour moi, font déjà partie de la région des collines de la Haute-Saône, à laquelle doit être consacré le dix-huitième chapitre de cet ouvrage.

Des collines qui dominent Épinal, on voit déjà s'élever, à l'E. 40° N., les montagnes qui avoisinent Raon-l'Étape. Des environs d'Aydoile, de Fontenay, de Gircourt, on remarque parfaitement comment la plaine ondulée du grès bigarré va finir au pied d'une ligne de pentes rapides couvertes de forêts, qui est le bord des montagnes de grès des Vosges. Du point culminant entre Villacourt et Barville, on remarque la forme subitement proéminente des montagnes de grès des Vosges, de part et d'autre du vallon de l'Hôte-du-Bois, où passe la route de Rambervillers à Saint-Dié; et on voit très-bien que le plan général des plaines de la Lorraine irait les couper à une petite hauteur. Cet aspect se reproduit précisément le même lorsque l'on considère les Vosges des plaines au S. E. de Sarrebourg ou de celles à l'E. de Sarguemines. Cette identité dans leur manière de se présenter de loin a sans doute contribué à faire donner aux Vosges le même nom dans toute leur étendue, et on est amené à reconnaître que, malgré la différence de hauteur et même de composition de leurs deux extrémités, elles appartiennent, dans toute leur étendue, à un seul et même système. Aspect que présentent les Vosges de divers points de la Lorraine.

Le bord des Vosges s'observe, surtout, parfaitement bien de la côte d'Essey, qui s'élève au milieu de la plaine, au midi de Lunéville, comme un belvédère naturel. Ces montagnes occupent toute la partie orientale de l'horizon; on les embrasse depuis l'extrémité des bois de Remiremont au S. 13° E., jusqu'au point où les grès du massif du Donon viennent se terminer au bord et presque au niveau de la plaine, dans la direction de l'E. 28 à 30° N. Cela fait un arc total de 105 à 107°, dans lequel ce qui attire le plus l'œil est le gros massif isolé des sapins de Saint-Dié, à l'E. 12° S. On le voit par la dépression de l'Hôte-du-Bois. Les masses de grès au S. de Les Vosges, vues de la côte d'Essey.

Raon-l'Étape ont l'air de faire corps avec celles au N. On ne s'aperçoit qu'à peine que la Meurthe passe entre les unes et les autres, tant celles du S., par-dessus lesquelles on voit le Climont, font bien suite à celles du N., qui se lient de proche en proche, et d'une manière continue, avec les hautes chaumes de Framont. On remarque aussi, dans ce vaste espace qui comprend toute la partie occidentale des Vosges, les pyramides de grès du Donon et du Climont, la ligne des masses aplaties de grès qui s'avance du Donon vers Raon-l'Étape, et la ligne doucement ondulée que forme la crête centrale. Cette ligne commence aux montagnes de Sainte-Marie-aux-Mines, un peu à droite des sapins de Saint-Dié, et on la suit jusqu'au S. 30° E., c'est-à-dire jusqu'aux ballons. De là aux bois de Remiremont le profil s'abaisse tout doucement avec très-peu d'ondulations. Le massif des bois de Remiremont finit vers l'O. par une chute rapide, qui est la terminaison des Vosges proprement dites.



Montagne des bois de Remiremont. S. 13° E.

L'angle S. O. des Vosges vu de la côte d'Essey.

On peut parfaitement dire qu'à partir du massif des bois de Remiremont, en allant vers la droite, ce ne sont plus les Vosges, mais un terrain ondulé qui y est adossé. Là commence, comme je l'ai déjà dit, la région des collines de la Haute-Saône.

Les Vosges, vues des environs de Nancy.

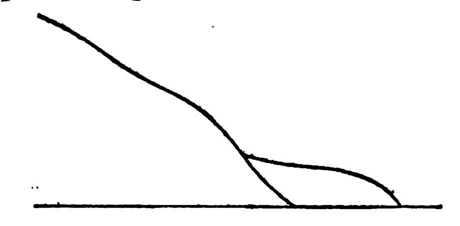
En s'éloignant davantage, on juge mieux encore l'ensemble de cette disposition. Des environs de Vic et de Château-Salins, des environs de Nancy, sur la route de Flavigny, on aperçoit à l'horizon la ligne festonnée des Vosges, et on remarque particulièrement le massif du Donon, couvert, presque jusqu'à sa cime, de noires forêts de sapins.

Vues du bord des plateaux oolithiques.

Si on monte sur les bords de l'escarpement de calcaire jurassique qui borde à l'O. les plaines de la Lorraine, par exemple sur le bord du plateau que traverse la route de Nancy à Toul, ou sur la côte de Vaudemont au midi de Vezelise, on voit les plaines de la Lorraine s'étendre, comme un

vaste jardin anglais, jusqu'à la base des montagnes et au pied de ces forêts sourcilleuses dont l'ensemble si imposant encore rappelle la puissance de la nature, mais dont les trop nombreuses lacunes accusent l'imprévoyance de l'industrie humaine, qui, malgré les secours continuels qu'elle y puise, n'a su le plus souvent que les dévaster.

Il est encore plus facile de prendre une idée générale de la pente orientale des Vosges que de la pente occidentale, parce qu'elle est plus courte et plus rapide. Lorsqu'on sort des vallées des Vosges pour entrer dans la plaine de l'Alsace, on voit les montagnes finir brusquement. Quelques collines, flanquées à leur pied et couvertes généralement de vignes et d'arbres fruitiers, sont le seul raccordement entre les montagnes et une plaine parfaitement unie. A la sortie de la vallée de Thann, lorsqu'on se dirige vers Mulhouse, les collines subvosgiennes se profilent sur les deux rives de la Thur, comme l'indique le diagramme ci-dessous. Les Vosges, vues du côté de l'Alsace.



Le bord des Vosges, de part et d'autre de la vallée de la Thur.

A Mulhouse, on est encore assez près des Vosges pour pouvoir les considérer dans tous leurs détails. Le ballon de Guebwiller se détache surtout parfaitement et paraît dominer tout le massif, qui a l'air de s'élever subitement du sein de la plaine unie du Haut-Rhin, et qui n'en est, en effet, séparé que par cette rangée de collines ordinairement couvertes de vignes, qui est appuyée sur le pied des montagnes. Vues de Mulhouse.

Lorsqu'on parcourt la plaine du Rhin, de Mulhouse à Landau, on passe en revue toutes les Vosges. De Mulhouse à Strasbourg, en suivant, par exemple, la ligne du chemin de fer ou celle du canal, on s'en trouve encore assez près pour voir très-nettement les montagnes de grès, qui forment une première ligne au bord de la plaine, se détacher en avant des autres et se projeter sur le ciel. On distingue tous les caractères de leurs formes aplaties et carrées, et leur nature intérieure se manifeste par de grandes écorchures rouges qui se dessinent au milieu de la verdure des forêts.



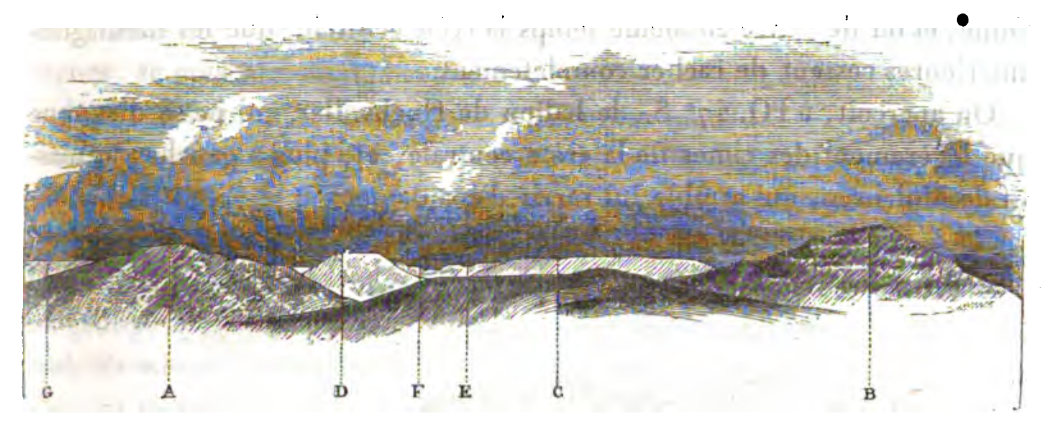
Les Vosges, vues de Colmar.

De Colmar et des environs, on embrasse tout le front des Vosges depuis le massif du Mulchren, près de Thann, jusqu'à la montagne de Sainte-Odile à l'O. de Strasbourg. Au midi de la vallée de Munster, on remarque un groupe considérable de montagnes de grès, sur l'une desquelles se dressent les tours ruinées des Trois-Exem ; à partir de ce point, les montagnes de grès s'abaissent et deviennent très-uniformes jusqu'à Guebwiller et Sultz. Ce sont celles qui séparent le bassin de Wintzfelden de la plaine du Rhin. Les hautes montagnes ne commencent qu'en arrière de ce bassin.

Au N. de la vallée de Munster, on voit la masse conique du Honack portée sur une base, déjà très-élevée, de roches primitives. Plus au N., une masse conique de granite, surmontée par les ruines de trois vieux châteaux, surgit abruptement de la plaine et marque l'emplacement de Ribeauvillé. En arrière s'élèvent des masses de grès détachées les unes des autres, qui vont rejoindre vers le N. celle qui sert de base au vieux château de Hohen-Kœnigsburg. Plus au N. encore, on aperçoit le massif isolé, en forme de cône tronqué, de l'Ungersberg, et plus loin le massif aplati de Sainte-Odile.

Bord des Vosges, vu du château de Landsberg.

Pour achever de prendre une idée de cette bordure orientale des Vosges, il faut monter sur une des masses qui la forment, et la voir de là en raccourci. Telle est la perspective dont on jouit, par exemple, du château de Landsberg, qui domine la ville de Barr. De ce belvédère, on prend, en quelque sorte, en enfilade la ligne des caps couronnés de vieux châteaux, que présentent les Vosges du côté de l'Alsace, et on distingue surtout, du côté du S., celui de Hohen-Kœnigsburg, l'un des plus élevés. Le croquis ci-après peut en donner une idée.



Le bord des Vosges, vu du château de Landsberg.

A. Montagne granitique de Dambach.
B. L'Ungersberg.
C. Montagnes de grès entre Villé et le val de Liepvre.
D. Hohen-Kœnigsburg.
E. Montagnes de grès à l'E. de Ribeauvillé.
F. Cimes très-éloignées dans le midi des Vosges (ballon de Guebwiller?).
G. Crête du Jura.

Du côté du N., s'étend dans le lointain, à côté du cap de Sainte-Odile; la ligne des basses Vosges, qui ne paraît pas uniforme comme le Jura, mais horizontale dans son ensemble, cahotée dans ses détails, et découpée en massifs carrés, parmi lesquels on remarque, surtout par sa saillie, celui de Lichtenberg.



Les Vosges septentrionales, vues du château de Landsberg.

A mesure qu'on s'éloigne du pied des Vosges pour se rapprocher du Rhin, on voit leurs découpures devenir moins sensibles et la ligne générale devenir plus unie. Déjà, des bords du Rhin à Vieux-Brisach, elle paraît plus unie que de Colmar; du Kaiserstuhl, elle semble l'être plus encore.

Des cimes de ce petit groupe montagneux qui s'élève au milieu de la plaine du Rhin au N. E. de Vieux-Brisach, on embrasse la pente orientale des Vosges, depuis la vallée de Massevaux jusqu'à la montagne de Sainte- Les Vosges, vues du Kaiserstuhl.

Odile, et on découvre en même temps la crête centrale, que les montagnes antérieures cessent de cacher complétement.

On aperçoit, à l'O. 27° S., le ballon de Guebwiller, qui ne se distingue que légèrement des cimes de la crête centrale, et, plus à gauche, le massif de Mulchren, qui semble lui servir d'épaulement.



Le Mulchren. Le ballon de Guebwiller.

Le massif du ballon de Guebwiller, vu du Kaiserstuhl.

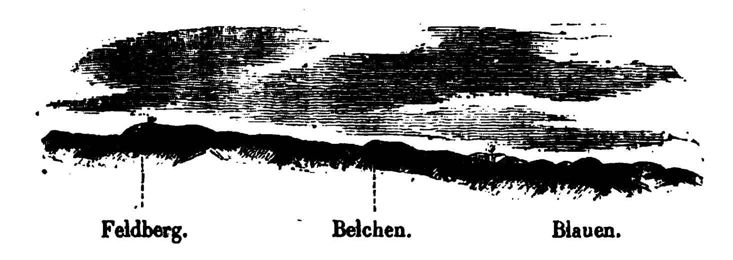
A partir du ballon, en allant vers le N., les Vosges présentent une ligne ondulée peu accidentée; les cimes sont peu saillantes. On voit en face la vallée de Munster et les montagnes escarpées qui sont au fond. On voit très-bien aussi la vallée de la Poutroye et, plus au N., celle du Strenbach, qui débouche à Ribeauvillé; puis la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines, appelée aussi val de Liepvre. Entre les montagnes de Sainte-Marie-aux-Mines et le Champ-du-Feu, se trouve une espèce d'interruption dans la continuité des Vosges. Des cimes isolées occupent cette lacune : on distingue particulièrement le Climont, qu'on aperçoit à l'O. 37° N., par-dessus les montagnes de grès qui bordent la vallée de Liepvre. Le Champ-du-Feu commence au N. 42° O. et se continue sur la droite; il paraît presque un plateau coupé abruptement au S. On aperçoit aussi les crêtes de grès sur la rive gauche de la Brüche, à l'O. du Champ-du-Feu, et celles qui dominent Sénones et qui font partie de la bande de l'O.

De la cime du Schönberg, qui s'élève au S. de Fribourg, sur le bord oriental de la plaine du Rhin, les Vosges, vues de plus loin et de plus haut que du Kaiserstuhl, semblent moins découpées encore. Leur profil n'est plus qu'une ligne légèrement festonnée, sans dentelures qu'on puisse comparer à celles qui caractérisent les profils longitudinaux des Alpes et même ceux des hautes chaînes du Jura. Vers le midi, les dépressions qui séparent les cimes se prononcent un peu plus, de manière que le ballon

de Guebwiller, qui paraît un peu plus élevé que toutes les autres montagnes, se présente aussi plus isolé.

Les Vosges, vues des cimes de la Forêt-Noire.

Enfin, les cimes de la Forêt-Noire, dont les hauteurs égalent à peu près celles des cimes des Vosges, qui sont situées sous la même latitude, notamment le Blauen, le Belchen, le Feldberg, le Schau-ins-Land, au-dessus de Fribourg, forment autant d'observatoires naturels, de chacun desquels on embrasse les Vosges dans leur entier. Ces montagnes se présentent alors comme un groupe confus de proéminences dont les bases se confondent, comme une *foule de montagnes* terminées par une ligne assez unie; et le diagramme ci-dessous montre que les montagnes de la Forêt-Noire elles-mêmes ont un aspect analogue, lorsqu'on les aperçoit des cimes des Vosges.



Les montagnes de la Forêt-Noire, vues des cimes des Vosges.

Les Vosges se présentent dans leur ensemble comme un gâteau tuberculeux.

Les Vosges, vues ainsi dans leur ensemble, forment un tout beaucoup plus continu et beaucoup plus cohérent qu'on ne serait tenté de le supposer, lorsqu'on observe de près les différentes montagnes dont leur masse se compose, et qu'on analyse les différences individuelles qu'elles présentent. Considérées en masse, elles constituent comme un immense gâteau tuberculeux, mais presque plat, et sillonné par de nombreuses vallées.

Bord méridional des Vosges.

Le bord méridional de ce massif tuberculeux n'est pas moins nettement dessiné que les deux autres: car, ainsi que je l'ai déjà dit, c'est surtout en indiquant une liaison entre les Vosges et le Jura que la plupart des cartes de France donnent une idée inexacte du relief de ces contrées. Les Vosges ne se lient au Jura ni par leur composition, ni par aucun genre de continuité. Elles en sont, au contraire, séparées par un espace presque uni, accidenté seulement, en quelques points, par des collines peu élevées; et elles lui présentent un front nettement terminé, mais qui offre un tout autre caractère que ceux qui se dessinent sur les deux autres faces.

Il semblerait que de ce côté on devrait voir les Vosges de profil: l'ensemble

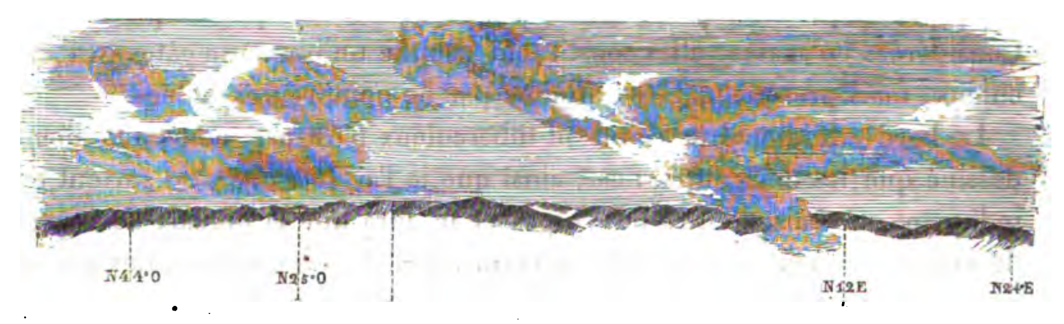
du groupe montagneux étant allongé du S. au N., on supposerait naturellement que le pignon de l'édifice devrait se présenter le long de la contrée basse qui sépare les Vosges du Jura. Mais il serait plus exact de dire qu'elles offrent de ce côté une façade accessoire d'un caractère spécial, dû aux formes des ballons juxtaposés qui la constituent. Ces ballons, presque indépendants les uns des autres, montrent cependant une tendance prononcée à s'allonger et à s'aligner dans une direction E. 15° S., O. 15° N.; qui est presque perpendiculaire à la ligne de faîte principale. De là il résulte que la structure du noyau des Vosges peut être représentée par un T renversé (⊥), dont la barre verticale figure la ligne de faîte principale, tandis que la barre horizontale indique la direction à laquelle se coordonnent les ballons de la partie méridionale, et celle de la terminaison méridionale du massif tout entier.

C'est une façade accessoire d'un caractère tout spécial.

De toute la région ondulée qui s'étend de Dannemarie à Beffort et de Beffort à Luxeuil, on voit ce front méridional des Vosges présenter un aspect toujours imposant, mais qui varie d'un point à l'autre avec la manière dont se groupent entre eux les différents ballons, suivant la direction dans laquelle on les considère.

Les Vosges, vues de la plaine, entre Dannemarie et Beffort.

Des environs de Voussemagne, sur la route de Dannemarie à Beffort, comme du Schönberg du Brisgaw, le ballon de Guebwiller et le massif du Mulchren paraissent séparés l'un de l'autre par un col assez profond; plus à gauche, on n'aperçoit que des ballons boisés presque jusqu'à leur cime.



Ballon d'Alsace. Bärenkopf. Ballon de Guebwiller.

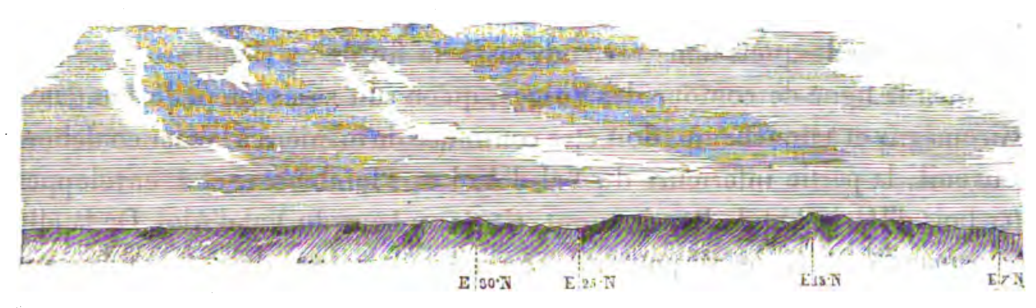
Les Vosges, vues des environs de Voussemagne.

Le ballon d'Alsace est presque caché ici par les cimes antérieures; mais, du Salbert et des autres collines des environs de Beffort, on le voit se des-

siner avec grandeur, entouré de l'imposant cortége que lui forment le Bärenkopf, le ballon de Servance et plusieurs autres cimes arrondies. Ce spectacle change par degrés, à mesure qu'on avance vers l'O.; et, de la plaine au S. O. de Luxeuil, sur la route de Vesoul à Plombières, c'est la montagne à triple cime de la Planche-des-Belles-Filles, au-dessus de Plancher-les-Mines, qui domine et qui couronne le groupe festonné des ballons.

On peut se reculer très-loin au midi des Vosges sans cesser d'être frappé de la manière dont leur front méridional s'élève au-dessus de la région plus basse qui les borde vers le S., et, à mesure qu'on s'éloigne, on en saisit mieux l'ensemble.

De la colline de la Motte, près de Vesoul, on voit les Vosges former, vers l'E. et le N., la partie la plus pittoresque de l'horizon; et, de ce côté, elles présentent au géologue un intérêt particulier par la manière dont se raccordent entre elles leurs faces méridionale et occidentale. Les Vosges, vues de la Motte de Vesoul.



La Planche-des-Belles-Filles.

Les Vosges, vues de la Motte de Vesoul.

Le massif proéminent et bosselé des ballons occupe la droite du tableau entre l'E. 7° N. et l'E. 30° N.; à partir de l'E. 30° N. jusqu'au N. 25° E., le massif des Vosges présente une ligne descendante presque droite, ou très-légèrement festonnée. Au N. 25° E., les Vosges se cachent une première fois derrière des collines moins éloignées; elles reparaissent ensuite entre le N. 15° E. et le N. 10° E., puis au N. 2° E. Les collines, moins élevées, qui s'étendent entre Vesoul et les Vosges, forment, au-dessous du profil de ces montagnes, un premier horizon très-monotone, et qui, par cela même, se distingue très-bien des montagnes qui le surmontent. Cependant, à mesure qu'on s'avance vers l'O., la distinction devient moins nette, et c'est entre Luxeuil et le Val-d'Ajol, au S. du cap le plus occidental des

Vosges, que ce massif montagneux est le moins bien terminé. Il y a même quelques points où, sans beaucoup s'abaisser, les montagnes se raccordent à peu près avec la plaine, parce que le grès bigarré qui forme cette dernière recouvre leur pente jusqu'à une certaine hauteur.

Mais cette partie incertaine du contour des Vosges n'a qu'une très-faible étendue, puisque, comme nous l'avons déjà dit, la ligne de démarcation entre les montagnes et les collines se prononce de nouveau assez nettement à la naissance de la vallée du Val-d'Ajol, où les montagnes qui portent les bois d'Hérival s'élèvent brusquement au-dessus des plateaux qui entourent Plombières.

Il est à remarquer que cette partie incertaine du contour des Vosges ne se trouve pas sur la ligne de partage entre les eaux qui coulent vers l'Océan et celles qui coulent vers la Méditerranée, mais entre le Val-d'Ajol et la vallée de l'Oignon, dont les eaux coulent également vers la Saône. Cette circonstance, toute locale, tient à des phénomènes géologiques particuliers, sur lesquels nous reviendrons à la fin de ce chapitre.

Ligne de circonscription des Vosges.

Ainsi la ligne de contour des Vosges, qu'on suit si aisément de Landau à Giromagny et à Ronchamp, doit être continuée de manière à laisser en dehors Luxeuil, la partie inférieure du Val-d'Ajol et Plombières, et à envelopper les bois d'Hérival et de Remiremont, situés au haut du Val-d'Ajol. De là elle tourne au N. N. E., et se poursuit, comme nous l'avons déjà vu, en laissant en dehors Épinal, Rambervillers, Bacarat, Sarrebourg, Rohrbach, Pyrmasens, et en embrassant Bruyères, Raon-l'Étape, la Petite-Pierre, Bitche, etc.

Deux sortes de montagnes dans les Vosges; leur répartition.

Dans la description que nous venons de donner des formes extérieures des Vosges, nous y avons signalé deux sortes de montagnes, savoir : les montagnes arrondies, dont les mieux caractérisées sont les Ballons, et les montagnes aplaties, qui forment en partie la lisière de la masse des Vosges méridionales, et la presque totalité de leur prolongement septentrional jusque dans la Bavière rhénane. Ces dernières, ainsi que nous l'avons déjà dit, sont formées uniformément d'un grès rougeâtre en couches presque horizontales, *le grès des Vosges*, tandis que les premières, composées de roches assez variées et le plus souvent cristallines, les unes sans stratification, et les autres plus ou moins distinctement stratifiées, se montrent principalement dans un espace triangulaire, dont les trois angles sont Schirmeck, Remiremont et Massevaux.

L'étoffe fondamentale sur laquelle la succession des phénomènes géologiques a, en quelque sorte, brodé le relief actuel de cette partie des Vosges, était un terrain pourvu, dans beaucoup de ses parties, d'une stratification assez régulièrement dirigée de l'O. 30 à 40° S. à l'E. 30 à 40° N., mais sans inclinaison constante. Les couches plongent presque indifféremment tantôt au N. O. et tantôt au S. E., et souvent elles sont verticales. L'orientation de ce premier tissu a toujours exercé une certaine influence sur la manière dont se sont disposés ou dirigés les dépôts, les éruptions, les plis et les déchirures qui ont produit les Vosges telles qu'elles s'offrent aujourd'hui à nos regards. Cette direction est oblique par rapport à celle de la ligne de faîte principale, qui court du ballon d'Alsace au Champ-du-Feu, dans la direction du S. 25° O. au N. 25° E. Aussi remarque-t-on que la tendance naturelle des vallées à prendre des directions perpendiculaires ou parallèles à celle de la ligne de faîte est constamment modifiée par celle qu'elles ont aussi à prendre la direction de la stratification du terrain fondamental. Cette tendance se manifeste surtout dans les parties où le terrain fondamental est distinctement stratifié, c'est-à-dire composé de gneiss ou de diverses variétés de schistes; mais elle se reconnaît même encore dans des vallées qui sont ouvertes principalement dans des roches granitoïdes non stratifiées, telles que la vallée de Munster, la vallée de la Moselotte, depuis le lac de Lispach jusqu'à Saulxures-en-Vosges, la vallée de Bouchot, celle de Cleurie, etc. Toutefois cette constance de direction n'existe plus ici que dans la direction des vallées principales, et elle disparaît dans les détails topographiques sur lesquels la nature propre des roches, leur état plus ou moins grand de fendillement, et leur plus ou moins de facilité à se décomposer, exercent, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, une influence prépondérante.

Terrain fondamental des Vosges; traces de stratification qu'il présente.

On remarque, en effet, dans la partie centrale des Vosges, une zone dont la topographie présente un caractère particulier d'indécision. Une quantité de mamelons arrondis y sont jetés sans ordre, les uns à côté des autres, et laissent entre eux des dépressions d'un contour non moins incertain. Les sources, les petits cours d'eau, y sont nombreux et sans direction prédominante; on y voit une douzaine de lacs grands et petits, dont la présence se joint à celle de nombreuses tourbières qui remplissent les dépressions du sol des montagnes, pour indiquer que, dans cette partie, les roches sont

Zone granitique qui traverse les Vosges.



très-peu fendillées. On doit donc s'attendre à y voir dominer les roches granitoïdes : c'est, en effet, ce qui a lieu. Ces roches forment une large bande, qui est, pour ainsi dire, l'axe du terrain fondamental des Vosges, et qui traverse le massif en entier, dans une direction oblique à celle de la ligne de faîte de la chaîne, depuis les bords de la plaine du Rhin, près de Dambach et de Kayserberg, jusqu'aux environs de Remiremont et du Val-d'Ajol.

Le granite borde la plaine du Rhin.

Sur les bords de la plaine du Rhin, près de Dambach, de Châtenois, de Liepvre, de Saint-Hippolyte, de Ribeauvillé, de Kayserberg, le granite constitue le premier gradin des montagnes, et sert de support aux grès qui les complètent et qui en forment les cimes. Ce granite se prolonge au S. de la vallée de Munster, et ne se termine que près de Saint-Amarin, sur le penchant du ballon de Guebwiller, dont il contourne la base à l'E., au S. et même à l'O. Mais ce n'est ici, comme on le voit sur la carte, qu'une pointe isolée qui s'avance au milieu du terrain porphyrique dont sont principalement formées les montagnes de cette partie des Vosges; car, à partir de la vallée de Munster, la limite générale de la masse granitique se rapproche de la crête de la chaîne, qu'elle côtoie jusqu'au pied du ballon d'Alsace, où le granite est remplacé par la syénite.

Il forme la base du ballon de Guebwiller.

Au pied du ballon de Guebwiller, le granite est à grain moyen, et contient du feldspath blanc ou rougeâtre et du mica noir. Il est souvent porphyroïde et peu décomposable. On l'exploite comme pierre de taille.

Ce granite est souvent porphyroïde.

Ce granite à grain moyen se retrouve en beaucoup de points de la lisière orientale du massif granitique, particulièrement de part et d'autre de l'entrée de la vallée de Munster. Plus au N., aux environs de Saint-Hippolyte, de Liepvre et de Dambach, il est à plus gros grains, et la structure porphyroïde y est alors plus marquée. D'après les observations de M. Fournet, professeur de géologie à la faculté des sciences de Lyon, les cristaux de feldspath qu'il contient sont quelquefois très-gros et faciles à séparer à cause de l'état d'altération du granite. Des cristaux recueillis à Roderen, par M. Fournet, lui ont fourni, à l'analyse, du silicate de magnésie remplaçant du silicate de potasse. D'après cet habile géologue, la désagrégation du granite n'a généralement lieu que sur la lisière des montagnes granitiques, et principalement près des formations postérieures; mais, quand

on s'enfonce dans les vallées ou qu'on s'élève à de grandes hauteurs, la roche devient très-solide [1].

Ce même granite, interrompu par les schistes du val de Villé, reparaît à l'entrée des vallées d'Andlau et de Barr. Le haut de la ville d'Andlau est bâti sur des rochers d'un beau granite porphyroïde à grands cristaux de feldspath *orthose* un peu violacé, avec beaucoup de parties cristallines plus petites d'un *albite* blanc ou verdâtre tacheté de rouge. Il contient beaucoup de quartz d'un gris souvent rosé, et du mica noir : un diorite très-amphibolique y forme des filons. Ce granite rappelle celui de Saint-Hippolyte et de Dambach : il s'avance vers l'E. jusqu'au château de Speisburg, bâti sur de grands rochers qui en sont composés, et au N. jusqu'au château de Landsberg et à l'ancienne abbaye de Truttenhausen. Dans la vallée de Barr, ce granite se présente, à la surface, dans un état de décomposition tel, qu'il se désagrége sous les pieds, et que les roues des voitures y tracent de profonds sillons et les eaux pluviales de larges ravins [2].

Granite porphyroïde avec albite d'Andlau.

Le granite, souvent porphyroïde, forme les montagnes dans lesquelles sont entaillés les bassins du lac Blanc et du lac Noir, et qui constituent, entre ces lacs et la vallée où la Meurthe prend naissance, la ligne de faîte des Vosges. C'est le granite qui forme toute la crête des Vosges, depuis le col du Bonhomme, sur la route de Colmar à Bruyères, jusqu'au col de Bussang, sur la route de Thann à Remiremont. Dans cet intervalle, il présente quelques variations dans son grain, et il cesse souvent d'être porphyroïde : on en voit un exemple dans le barrage qui termine inférieurement le lac de Retournemer, et sur lequel les eaux qui en sortent se précipitent en cascade. Le granite de ces montagnes contient le plus souvent deux feldspaths bien distincts par leur couleur et leur état cristallin, et dont un seul peut être rapporté, à proprement parler, au feldspath orthose. Quelquefois on voit le mica, qui généralement y est noir, passer à un vert noirâtre ou à un vert blanchâtre, probablement par un commencement de décomposition.

Granite de la crête centrale des Vosges.

Le granite du Hohneck est à grain moyen, non porphyroïde. On y distingue deux feldspaths, mais qui paraissent peu différents l'un de l'autre, le rouge étant très-pâle. Le mica est d'un vert noirâtre.

Granite du Hohneck.

Le passage du Bramont, qui conduit de la vallée de la Thur dans celle de la Vologne, est formé par un granite non porphyroïde, à assez gros grains,

Granite du Bramont.

[1] J. Fournet, *Notes inédites.*

[2] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, p. 41.



à deux feldspaths, et à mica noir. On peut suivre ce granite dans la haute vallée de la Thur, dont il constitue pendant longtemps le flanc occidental. Il y est généralement à petits grains. Immédiatement au-dessous de la verrerie de Wildenstein, sur la rive droite du torrent, on observe des rochers isolés de granite à grain moyen, contenant deux variétés de feldspath, beaucoup de quartz et peu de mica. Il rappelle le granite du Hohneck et celui de la cascade de Retournemer. Le vieux château de Wildenstein est bâti sur de grands rochers de granite porphyroïde à mica noir.

Sur le penchant occidental des Vosges, depuis la ligne de faîte que nous venons de parcourir, jusqu'à Remiremont et à Saint-Bresson, on retrouve généralement les variétés de granite déjà citées. Ces granites sont souvent porphyroïdes, notamment aux environs de Gérardmer, du Tholy, de Vagney, dans la vallée du Bouchot, etc.

Tourmalines dans le granite.

Dans les granites dont nousvenons de parler, on ne rencontre que peu de minéraux disséminés. On cite cependant des tourmalines dans les granites qui forment le bord du massif des Vosges en face de Colmar, notamment auprès du château de Hoh-Landsperg; elles sont quelquefois très-grosses. D'après M. Fournet, il suffit, pour les trouver, d'examiner les parties qui renferment de petits filons de feldspath laminaire blanc. Les tourmalines y sont associées au quartz hyalin et à d'assez grandes lames de mica blanc argentin[1]. On en observe aussi au-dessus de Saint-Hippolyte, près de Sainte-Marie-aux-Mines[2]; aux Xettes, près de Gérardmer; à Tendon et à Ranfaing, près de Remiremont[3].

Passages accidentels du granite à la protogyne.

Quelquefois le mica de ces granites paraît changer de nature et passer au talc et à la stéatite : la roche peut alors mériter, à la rigueur, le nom de protogyne ; mais cette variété de granite ne se rencontre dans les Vosges qu'en masses subordonnées, ou en filons, et ne constitue presque jamais de montagnes à elle seule. Cependant, d'après M. Rozet, le massif de Bressouar, qui s'élève à 1,231 mètres au-dessus de la mer, entre le Bonhomme et la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines, est composé d'un granite à petits grains, qui prend de la stéatite et finit par passer à une protogyne bien caractérisée. Cette roche forme, à elle seule, le sommet principal, et s'étend jusqu'au gneiss, qui s'appuie de tous côtés sur les flancs[4].

[1] J. Fournet, *Notes inédites.*

[2] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 5.

[3] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 99.

[4] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 43.

D'après un autre observateur, M. Ernest Puton, les Vosges offrent aussi une variété de protogyne qui est à base de feldspath compacte, un peu laminaire, d'un rouge de brique, parsemé soit de chlorite, soit de stéatite verdâtre ou jaunâtre, disséminées assez régulièrement. Elle se présente en filons de 3 à 5 mètres de puissance dans le granite des vallées du Tholy, de Putières et du Chaud-Côté[1].

On observe encore dans les Vosges beaucoup d'autres variétés de granite, et, entre autres, le granite avec pinites; on y trouve aussi le *leptynite* ou *weisstein* (*granulit* de M. Léonhard).

Leptynite, signalé depuis longtemps dans les Vosges.

Déjà, en 1809, M. le docteur Riesseissen, de Strasbourg[2], avait remarqué dans les Vosges cette dernière roche, qui, depuis lors, a attiré l'attention de plusieurs autres géologues. D'après MM. d'Oeynhausen et de Dechen, lorsqu'on va de Lubine à Sainte-Marie-aux-Mines, on rencontre, jusqu'au delà du col assez élevé qu'on a à traverser, le gneiss ordinaire, dans lequel sont intercalées des masses de granite porphyroïde et de leptynite ou weisstein, ou un mélange de feldspath et de mica. Ces roches se lient au gneiss par les passages les plus variés[3]. On trouve aussi un granite passant au leptynite au haut du Them, commune de Servance (Haute-Saône), et à Plancher-les-Mines, où il contient quelques petits grenats[4].

Mais toutes les variétés du granite des Vosges n'ont pas une égale tendance à passer au leptynite. M. Rozet a remarqué que cette tendance est spécialement propre à un granite à petits grains non porphyroïde, que nous ne pouvons mieux distinguer que par le nom de *granite commun*, quoiqu'il ne soit pas le plus généralement répandu dans les Vosges. Ce granite, dont nous avons déjà signalé des masses au Hohneck et ailleurs, se rencontre plus abondamment encore dans une bande de terrain dont nous allons nous occuper, et où il se lie à des gneiss et à des leptynites. Ces trois roches y présentent entre elles des passages qui ont fixé l'attention de plusieurs observateurs, et qui méritent, en effet, d'être signalés.

Relations du leptynite et du granite commun observées par M. Rozet.

Ainsi que je l'ai déjà dit ci-dessus, les environs de Gérardmer et le bassin

[1] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 46.

[2] Riesseissen, *Lettre* datée de Strasbourg en août 1809, dans *Taschenbuch fur mineralogie*, von K. C. Leonhard, volume de 1811, p. 379.

[3] Von Oeynhausen, von Dechen, von Laroche, *Umrisse der Rheinländer*, t. Ier, p. 189, 1825.

[4] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, pag. 376.

du lac de ce nom sont généralement formés par le granite porphyroïde. Le sommet du Gros-Rougimont, qui s'élève au N. du lac, est formé par un granite à grain moyen, légèrement porphyroïde, à deux feldspaths, l'un blanc, l'autre d'un rouge violacé : c'est le blanc qui forme les cristaux.

C'est ici la lisière septentrionale de la région du granite porphyroïde, dont on sort tout à fait en suivant, jusqu'à Granges, la coupure étroite et profonde par laquelle la Vologne s'échappe de l'intérieur des montagnes.

Granite commun dans la gorge de la Vologne.

Entre Gérardmer et l'entrée de la gorge, le long de la route de Bruyères, un peu après l'embranchement de celle de Saint-Dié, on voit le granite passer, par un changement de texture, à un gneiss à feldspath blanc et à mica noir verdâtre, dont les feuillets sont très-contournés. Ils paraissent, en masse, être verticaux et dirigés au N. E. Ce lambeau de gneiss est évidemment intercalé au milieu du granite porphyroïde, qui reparaît à l'entrée même de la gorge, où ses cristaux sont d'un rouge violacé sale, et son mica d'un noir verdâtre, et où il passe au porphyre quartzifère. Mais, à mesure qu'on s'avance dans la gorge vers le village de Granges, où elle se termine, on voit la structure porphyroïde diminuer et disparaître peu à peu, et on se trouve bientôt au milieu d'un granite à petits grains d'une texture remarquablement uniforme, à mica noir ou brun verdâtre un peu pelotonné, et à feldspath blanc ou rougeâtre, qui ne diffère que par un grain plus fin de celui qui compose la masse et la cime du Hohneck. On peut suivre ce granite dans les environs de Granges, d'Ivoux, de Corcieux, et il constitue une large et longue bande, qui s'étend, d'un côté, vers Remiremont, et, de l'autre, vers Fraize, mais qui, vers le N. O., s'abaisse et disparaît promptement au pied des montagnes de grès.

Dans le bassin de Remiremont.

Le bassin, assez spacieux, dans lequel la Moselotte se réunit à la Moselle et où se trouve la ville de Remiremont, a ses parois taillées en entier dans ce granite, sauf quelques lambeaux de grès des Vosges qui couronnent les hauteurs. Il y devient quelquefois porphyroïde, notamment à Linfin, au N. de Remiremont. Dans le vallon de Ranfaing, situé à une demi-lieue au N. O. de la ville, le granite est accidentellement remplacé par un leptynite, qui passe au granite à petits grains et au gneiss, et qui est traversé par des filons de granite quelquefois porphyroïde.

Le feldspath y est souvent décomposé.

Le feldspath que renferme le granite commun paraît être d'une nature particulière, qui se trahit par la facilité avec laquelle il se décompose à l'air :

il est rare, en effet, que le feldspath n'y présente pas un commencement de décomposition. Le granite commun est, en outre, extrêmement fendillé, et l'on ne peut en tirer des masses un peu considérables. Les fissures qui le divisent sont souvent tapissées d'un enduit ferrugineux et remplies d'argile [1].

La bande de terrain où ce granite domine est remarquable par les passages qu'on y observe souvent du granite au leptynite et au gneiss. C'est véritablement une formation complexe composée de l'association de ces trois roches.

Passage du granite commun en leptynite et en gneiss.

Toutes les trois paraissent avoir pour base les mêmes variétés de feldspath et de mica, et elles ont la même tendance à se décomposer. Les montagnes formées par ce système de roches n'offrent pas, comme celles de granite porphyroïde, des escarpements s'étendant quelquefois de la base au sommet; ceux qu'on y remarque n'ont jamais une grande hauteur, et les sommités sont arrondies. M. Hogard, pensant que cette formation est plus ancienne que le granite porphyroïde, l'avait nommée groupe du granite ancien [2]. Depuis lors, M. Rozet, M. Ernest Puton et M. Hogard lui-même, ont cru mieux caractériser ce groupe par le nom de formation du leptynite; mais, comme le leptynite n'en forme pas la masse principale, je me bornerai à la désigner sous le nom de bande du granite commun et du gneiss. Cette formation a été généralement comprise, sur la carte géologique, dans la teinte rose (y), qui est consacrée aux roches primitives en général, et qui est plus pâle que celle consacrée spécialement au granite (y'). Cependant quelques lambeaux de gneiss ont été figurés séparément par le rose chargé de lignes roses croisées ($y_{,}$).

Le genre particulier de relation qui existe entre le leptynite et cette variété particulière de granite que nous avons appelée granite commun, a été principalement signalé par M. Rozet, qui, le premier, a décrit avec exactitude les caractères et les allures que cette roche affecte dans les Vosges, et a fait ressortir ses relations avec le granite et son passage insensible, soit au granite, soit au gneiss, que M. Voltz et MM. d'Oeynhausen et de Dechen avaient simplement indiqués. Cette relation consiste surtout dans un passage du granite au leptynite, qui s'opère très-fréquemment et

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 135.

[2] Hogard, *Mémoire sur le gisement des roches des Vosges*. (*Bulletin de la Société d'émulation des Vosges*, 1829.)



par degrés insensibles. Le feldspath et le quartz deviennent grenus, le mica se réduit en paillettes plus petites et moins abondantes, et la roche devient un feldspath grenu, mêlé d'un peu de quartz, c'est-à-dire, un véritable leptynite. Le leptynite est gris, rosâtre, et prend quelquefois une teinte bleuâtre ou verdâtre, surtout quand il est altéré et décomposé [1].

Composition du leptynite.

Ses variétés.

Dans le leptynite, le mica, peu abondant, se trouve tantôt disposé en lignes, suivant des surfaces plus ou moins contournées, tantôt en petits amas, en nids formant des taches arrondies ou allongées, ou bien disséminé comme dans le granite. Quelquefois le mica s'unit à l'amphibole et constitue un leptynite que l'on pourrait appeler syénitique; mais peu à peu l'amphibole remplace complétement le mica, et devient même si abondant que la roche prend l'aspect d'une véritable syénite (Ranfaing), qui a parfois une structure schistoïde. Souvent encore le leptynite est privé entièrement de mica : c'est alors une roche presque homogène, blanchâtre, où le feldspath grenu et le quartz en petits grains amorphes, ses parties essentielles, sont ses seuls composants. Mais bientôt on y aperçoit, disséminés en grand nombre, de très-petits grenats jaunes ou rouges qui lui ont fait donner, par M. Brongniart, le nom de leptynite grenatique (Ranfaing, Gérardmer, Sainte-Sabine, Sainte-Marie-aux-Mines, etc.). Dans d'autres localités (Éloyes, Tendon), son feldspath rosâtre, très-abondant, lui donne une espèce de compacité qui, au premier abord, pourrait le faire prendre pour un eurite. C'est principalement dans les fragments détachés et polis par l'effet de l'influence atmosphérique que l'illusion est complète. Tous ces divers aspects, sous lesquels cette roche se présente, ne peuvent pas constituer différentes espèces de leptynites; ce ne sont que des modifications : ce dont il est aisé de se convaincre à Ranfaing, près de Remiremont, où l'on rencontre toutes ces variétés, passant alternativement de l'une à l'autre, sans aucun ordre, et où un seul bloc en offre souvent plusieurs réunies [2]. Dans cette localité curieuse, M. Ernest Puton a trouvé une variété de leptynite parsemée, à la fois, de pinites et de grenats.

Le leptynite s'observe sur un grand nombre de points, dans l'espace compris entre Remiremont, Gérardmer, Bruyères, Docelles et Éloyes. Il y

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 296.

[2] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 29.

présente toutes les variétés d'aspect dont il est susceptible, et qu'on voit souvent se succéder dans des strates distincts alternant entre eux. Les plans de division de cette roche la partageant toujours en feuillets plus ou moins prononcés [1], il en résulte qu'elle offre généralement un passage à la texture du gneiss, bien qu'elle accompagne toujours le granite, au milieu duquel elle semble enchâssée et auquel elle passe aussi : car le leptynite ne prend complétement le caractère du gneiss que quand le mica domine; il passe ainsi, suivant les circonstances, tantôt au granite commun et tantôt au gneiss, et sert, pour ainsi dire, de transition entre ces deux roches, ce qui n'empêche pas que le granite commun ne passe lui-même fréquemment au gneiss sans aucun intermédiaire.

Son passage au granite et au gneiss.

Le gneiss des Vosges est composé de feldspath, de quartz et de mica : le feldspath y est de la même nature que dans le granite commun, le mica est souvent en proportion considérable; la roche se divise alors très-facilement en lames droites ou contournées, comme toutes les roches où le mica domine. Quelquefois le passage de ce gneiss au leptynite s'observe sur une grande échelle. La ville de Sainte-Marie-aux-Mines est bâtie sur un gneiss composé de feldspath rougeâtre, de quartz en petits grains et de mica noir. On le trouve de tous les côtés en sortant de la ville; il occupe un assez grand espace au S. et au S. E., et c'est dans cette roche que sont encaissés les filons argentifères qui ont fait la célébrité et, pendant longtemps, la richesse de cette localité. Les feuillets sont très-souvent courbes. Ce gneiss passe au leptynite, dont on y trouve des masses intercalées. Le chemin qui monte de Sainte-Marie-aux-Mines aux carrières de pierre à chaux de Saint-Philippe est tracé sur un gneiss dans lequel le quartz est quelquefois tellement rare, que la roche paraît se composer uniquement de feldspath et de mica. Le feldspath devient presque compacte ou à grains fins, et forme des noyaux continus qui sont séparés par des lits de paillettes de mica, ce qui donne à la roche l'aspect schisteux. Plus haut cette roche passe à un leptynite (*weisstein*) bien caractérisé, composé d'un mélange intime de feldspath et de quartz avec de petits grenats rouges. Ces roches n'ont pas une grande puissance, et, avant d'atteindre la carrière de pierre à chaux, on voit reparaître le véritable gneiss [2]. A la Croix-aux-Mines, on trouve un

Gneiss des Vosges.

Près de Sainte-Marie-aux-Mines, il passe au leptynite.

[1] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 52.

[2] Von Oeynhausen, von Dechen, und von Laroche, *Umrisse der Rheinländer*, tom. I[er], pag. 189 ; 1825.



gneiss analogue à celui de Sainte-Marie-aux-Mines, et composé, comme lui, de feldspath rougeâtre, à structure cristalline peu prononcée, de quartz grisâtre en petits grains et de mica noir, qui passe quelquefois à la texture granitoïde, mais toujours au granite commun à petits grains et non au granite porphyroïde.

Variétés particulières du gneiss.

Ces variétés de gneiss sont les plus fréquentes dans les Vosges; mais M. Hogard y distingue encore le gneiss rose de Corcieux (mica brun altéré), le gneiss maculé du Tholy (mica réuni en plaques), le gneiss graphique du même lieu (mica en lignes brisées dans un gneiss rose, à texture grenue), le gneiss brun ou brunâtre de diverses localités (Laveline, le Val-d'Ajol, le Moncel, etc.), où le mica forme des surfaces continues d'un éclat métallique [1].

Gneiss avec graphite.

A la Croix-aux-Mines, à Gemaingoutte et à Wisembach, à Fraize sur le bord du chemin du Chippal [2], à Sainte-Marie-aux-Mines dans les vallons de Surlatte et de Phaunoux [3], on observe une modification toute particulière du gneiss, qui, si elle formait des masses plus considérables, mériterait d'en être séparée sous un nom particulier [4]. On n'y reconnaît plus de mica : c'est le *graphite* qui a pris la place de cette substance. Les écailles de graphite se trouvent répandues dans la roche, où le feldspath est peu abondant et souvent à l'état de kaolin; mais peu à peu le mica reparaît, il finit par reprendre son abondance ordinaire, et avec lui le gneiss reprend ses caractères distinctifs.

Passage du gneiss au micaschiste.

En divers points, le gneiss passe au micaschiste par la disparition du feldspath. A Sainte-Marie-aux-Mines, dans le vallon de Surlatte, on trouve une espèce de micaschiste subordonnée dans le gneiss. On y rencontre aussi, à Sainte-Marie-aux-Mines et à Sainte-Croix, des couches de syénite schistoïde.

On observe encore, dans le système qui nous occupe, quelques autres dégradations ou variétés de roches qui méritent d'être signalées. Ce groupe du granite commun avec gneiss et leptynite est coupé par une grande quantité de veines et de petits filons d'*hyalomicte* avec tourmaline [5]. On trouve

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 138.

[2] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 29.

[3] Voltz, *Topog. minéral. de l'Alsace*, p. 11.

[4] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 63.

[5] *Id.*, *ibid.*, pag. 58.

dans ce même système certains filons de quartz, qui sont en ramifications dans le gneiss et le leptynite. Ils contiennent du feldspath rose lamellaire et de grandes lames de mica argentin. La matière principale de ces filons est un quartz blanc hyalin limpide; quelques-unes de leurs parties, par l'absence du mica, présentent tous les caractères de véritables *pegmatites*, et même, quelquefois, le quartz, par sa disposition, rappelle la variété de cette roche nommée *pegmatite graphique* [1]. Le pegmatite se montre en filons et en grosses masses subordonnées dans le gneiss des environs de Sainte-Marie-aux-Mines et de Sainte-Croix-aux-Mines. Ces roches sont surtout abondantes dans les vallons de Fertrupt, de Phaunoux et de Saint-Philippe. Le pegmatite pourrait donc être considéré quelquefois, dans les Vosges, comme un cas fortuit des filons de quartz en ramifications dans le gneiss et le leptynite [2]; mais il n'en est pas toujours ainsi. Près de Gérardmer, sur la route de Rochesson, le granite, en se privant de son mica, offre tout à coup un véritable pegmatite. La roche appelée pegmatite, de Raon-l'Étape, a tous les caractères d'un véritable granite où le mica serait peu abondant [3].

La stratification du gneiss est presque verticale, et en général dirigée entre le N. E. et l'E. 14° N.; dans la vallée de Saint-Philippe, elle se contourne vers le S. 37° E. Stratification du gneiss.

Le gneiss occupe un espace assez étendu sur le revers occidental des Vosges : on le trouve en sortant de Corcieux, sur la route de Saint-Dié, dans presque tout le canton de Fraize, à la Croix-aux-Mines, à Laveline, Saales, Provenchères, Colroy, etc. Le micaschiste, auquel passe le gneiss, forme une partie de la base du Climont, montagne située au N. de Colroy et de Lubine, et il s'étend jusque près de ce dernier village. Il constitue de petits massifs enclavés dans le gneiss et traversés par quelques filons euritiques. Il est en contact avec les schistes argileux du Climont et avec les roches de la série houillère, qui le recouvrent en partie [4]. Étendue qu'il occupe.

Sur le revers oriental des Vosges, le gneiss, avec granite, leptynite et micaschiste intercalés, occupe tout le fond de la vallée de Liepvre. De Sainte-Marie-aux-Mines, il se continue jusque vers le Bonhomme; on l'ob-

[1] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 46.
[2] *Id., ibid.*, pag. 47.
[3] *Id., ibid.*, pag. 48.
[4] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 299 et 300.

serve aussi dans une partie du vallon de Lalaye et d'Urbeis, où il passe à un micaschiste très-quartzeux.

On peut, en outre, citer différents lambeaux de gneiss dispersés au milieu du grand massif de granite à gros grains, souvent porphyroïde: par exemple, au N. de Gérardmer, près de l'embranchement des routes de Bruyères et de Saint-Dié; à Thannenkirch, au-dessus de Saint-Hippolyte; sur les hauteurs au-dessus de Ribeauvillé, et à la Barroche, au-dessus de Turckheim [1].

Calcaire saccharoïde enclavé dans le gneiss.

Un des faits les plus remarquables qu'offre le gneiss des Vosges est la présence de plusieurs amas stratiformes de calcaire saccharoïde qui s'y trouvent intercalés. On en connaît au Chippal, à une lieue au N. de Fraize; à Laveline-devant-Saint-Dié, près de la Croix-aux-Mines; et à la montagne Saint-Philippe, au-dessus de Sainte-Marie-aux-Mines.

Carrière du Chippal.

Le calcaire est grenu ou sublamellaire, quelquefois presque compacte; blanc, jaunâtre, gris, rouge ou verdâtre. Au Chippal, dans les parties supérieures, il est jaunâtre et coloré par du fer hydraté, qui remplit aussi les fissures; dans le bas, à 5 ou 6 mètres au-dessous de la croûte extérieure, il devient plus blanc, et même tout à fait blanc ou coloré en vert très-vif par de la stéatite: il est sublamellaire, quelquefois complétement lamellaire, ou tout à fait compacte. On y voit des filets de serpentine, du mica ayant un éclat cuivreux : c'est alors un véritable cipolin [2]. Dans la grande carrière du Chippal, un filon d'eurite porphyroïde, sortant du gneiss, se trouve en contact avec le calcaire qui, chose singulière, ne présente aucune altération, ni dans le voisinage de l'eurite, ni à une certaine distance [3]. Ce calcaire est exploité pour les marbreries d'Épinal, et donne des marbres blancs et bleuâtres assez beaux. La roche qui le renferme est un gneiss passant au leptynite, qui est chargé de chaux carbonatée et fait une vive effervescence avec les acides.

Carrière de Laveline.

A Laveline-devant-Saint-Dié, une belle masse de calcaire saccharoïde, contenant très-peu de serpentine, est aussi exploitée pour le même usage qu'au Chippal. Ici le calcaire s'enfonce beaucoup sous le gneiss. Il y en a plusieurs amas. Le plus important est exploité : le calcaire y est très-solide, résiste parfaitement à l'action de l'air et de l'eau, et peut être extrait en blocs assez grands. Il est gris et micacé, surtout dans le voisinage du

[1] J. Fournet, *Notes inédites.*

[2] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 301.

[3] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 66.



gneiss dans lequel il est encaissé et auquel il ressemble alors complétement. Au centre de la masse, il est moins micacé; mais il est traversé par des filons de quartz, qui en rendent l'emploi difficile dans la marbrerie[1].

Carrière de Saint-Philippe.

Près de Sainte-Marie-aux-Mines, un calcaire analogue aux précédents se présente dans le même coteau que les mines de Saint-Philippe, mais à 3 ou 400 pieds plus bas. Il est exploité comme pierre à chaux. Monnet, dans son Atlas minéralogique de la France, publié en 1780, donne la coupe suivante de la carrière de Saint-Philippe :

« Terre végétale grise peu fertile.		6po
« Pierre à chaux d'une pâte très-fine, ou espèce de marbre d'un « assez beau blanc.	//	
« Banc continu d'une espèce de pierre à fusil brune.	1pi	
« Pierre à chaux fine, un peu grisâtre, avec des grains verts de « la nature de la stéatite; depuis 2pi ½ jusqu'à.	6	
« Stéatite gris verdâtre	1	6
« Terre d'un jaune de rouille de fer.	1	2
« Terre d'un gris foncé qui a beaucoup de consistance	1	
« Trois bancs de pierre à chaux parsemés de grains de stéatite « et de paillettes talqueuses, coupés par autant de bancs de stéatite « verdâtre.	3	6
« Pierre à chaux très-fine, en différents bancs peu distincts et « coupés de fils perpendiculaires : on y trouve des rognons d'un « demi-pied, quelquefois jusqu'à un pied, de stéatite verdâtre. Les « bancs inférieurs ont des veines grisâtres qui, vues attentivement, « sont de petites couches de paillettes talqueuses.	20	.»

Le calcaire de la carrière de Saint-Philippe est encore plus micacé que celui de Laveline; c'est un véritable cipolin : il offre, en quelques points, des parties de serpentine noble. Le gneiss qui l'accompagne renferme des nids et masses irrégulières de diallage et d'un feldspath bleuâtre, qui contient du pyroxène sahlithe et du sphène[2]. Dans le terrain de gneiss qui forme les environs de Sainte-Croix, on voit, au midi du village, une carrière de pierre à chaux ouverte sur un calcaire analogue au précédent.

On rencontre çà et là quelques minéraux disséminés dans ces calcaires :

[1] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 65.

[2] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 11.

du quartz, du diallage, du talc, du pyroxène, du cuivre et du plomb sulfurés, et quelques parcelles de fer oligiste[1].

Graphite dans le gneiss.

Nous avons déjà cité une variété de gneiss, dans laquelle le mica est remplacé par du graphite. Ces gisements de graphite, dont aucun n'a beaucoup d'importance, sont assez fréquents dans le gneiss de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines; mais, en outre, le carbone se trouve quelquefois répandu au milieu de cette roche dans un état tout à fait charbonneux, et, dans ce cas, il a donné lieu à des recherches infructueuses de charbon de terre. L'apparence était d'autant plus trompeuse, que quelquefois les traces charbonneuses se sont trouvées dans un gneiss fendillé et peu solide, qui avait quelque apparence de grès houiller. C'est ainsi que M. de Billy, ingénieur en chef des mines à Strasbourg, a été dans le cas de voir des travaux de recherches ouverts dans l'espérance de découvrir des gîtes de combustible fossile, au milieu du gneiss de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines. La première de ces recherches a été entreprise sur la pente d'une colline située à gauche de la vallée entre le village de Liepvre et la ferme de Charlemont. Le gneiss dont cette colline se compose contient un petit gîte de graphite accompagné de traces charbonneuses, qui avaient fait croire à un gisement de combustible. La deuxième recherche, exécutée près de Sainte-Croix, dans le même but que la première, a également pour objet un petit gisement de graphite, qu'on a pris pour un gisement de houille[2]. De pareils gisements, situés près du Bonhomme, ont aussi donné lieu à des tentatives du même genre.

Traces charbonneuses dans le gneiss; recherches de houille.

La bande de gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines n'est qu'un grand lambeau isolé au milieu de la formation du granite à gros grains ou porphyroïde; mais celle qui s'étend d'Urbeis à Corcieux, en passant à la Croix-aux-Mines, a pour prolongement la bande de granite à petits grains, avec leptynite des environs de Granges, du Tholy, de Remiremont, et ce même granite, se prolongeant encore vers le S. O., constitue le fond et les flancs de la vallée du Val-d'Ajol. Il y présente des lambeaux d'un gneiss analogue à celui de la Croix-aux-Mines et de Sainte-Marie-aux-Mines, et remarquable de même par les traces charbonneuses qu'on y rencontre; il renferme aussi du micaschiste qui s'observe à la Grapinée[3].

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 301 et 305.

[2] De Billy, *Notes inédites*.

[3] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 139.

La montagne qui forme, à l'O. du village du Val-d'Ajol, le flanc gauche de la vallée, est principalement formée d'un gneiss granitoïde composé de feldspath rougeâtre, presque compacte, de quartz d'un blanc grisâtre, et de mica blanchâtre ou verdâtre. On voit à mi-côte, dans cette montagne, au lieu dit *les Œuvres*, sur le bord de la route de Plombières, l'orifice d'une galerie, maintenant abandonnée, qui a été ouverte pour chercher du charbon de terre. J'ai visité cette recherche en 1821, et M. de Collegno, professeur de minéralogie et de géologie à la faculté des sciences de Bordeaux, l'a examinée avec plus de détail en 1833. Les déblais qu'on a retirés de la galerie présentent, avec le gneiss précédent, une autre roche ayant à peu près la texture du gneiss, composée de feldspath brun, de quartz grisâtre et de mica noir, et pénétrée de veines talqueuses luisantes, contournées, quelquefois noires, et contenant probablement alors du charbon : quelques-unes de ces surfaces luisantes proviennent évidemment de glissements. On trouve aussi un schiste argileux noir pénétré de veines contournées, très-noires et très-brillantes, d'*anthracite*. Si, à partir de ce point, on monte dans la direction du N. O., on marche sur un sol granitique, et, au bout d'une centaine de pas, on arrive à l'affleurement charbonneux formé de débris granitiques agglutinés et renfermant des morceaux et des veinules de schiste noir. A 2 ou 3 mètres de ce rocher, dans le lit d'un torrent, on voit affleurer un schiste noir presque terreux. Ses feuillets, dont plusieurs semblent n'être qu'une grauwacke mélangée de matière terreuse et charbonneuse, sont dirigés du N. E. au S. O., et plongent au N. O., en s'approchant beaucoup de la verticale[1].

Recherches de houille dans le gneiss du Val-d'Ajol.

En s'avançant encore de quelques pas, on retrouve le granite : ainsi le schiste n'a pas une grande épaisseur. Il a été rencontré par la galerie à plus de 10 mètres au-dessous du point dont je parle, et on y a trouvé un combustible de médiocre qualité. A quelque distance au N. de ce point, j'ai observé du gneiss bien caractérisé et très-schisteux, dont les feuillets étaient à peu près parallèles à ceux du schiste noir.

D'après M. de Billy, ingénieur en chef des mines à Strasbourg, d'autres recherches ont eu lieu récemment, à environ une lieue plus bas sur le même flanc de la vallée, dans un petit vallon latéral, près du hameau du Champ, sur le territoire de la commune de Fougerolles (Haute-Saône).

[1] H.-P. de Collegno, *Notes inédites*.

Dans ce petit vallon granitique, on remarque, à main droite en montant, un dépôt de roches argileuses fortement altérées par l'action des agents atmosphériques, au milieu desquelles il existe un affleurement de terre noire. Quand on enlève la superficie, on découvre, dans les parties terreuses, de petites assises passablement bien réglées de schistes violacés ou lie de vin, des veines talqueuses et des parties euritiques encaissant de part et d'autre une couche anthraciteuse, ayant environ 1 mètre de puissance.

La stratification de tout cet ensemble est dirigée à peu près E. N. E., O. S. O. Les assises plongent fortement au N., de manière à être presque verticales. On peut suivre ce lambeau sur environ 150 mètres le long de la route, et sur environ 20 mètres en gravissant le coteau : il se continue sur le revers opposé du vallon, où l'on connaît également un affleurement d'anthracite.

L'anthracite, fort altéré près des affleurements, devient plus consistant et plus pur à une certaine distance de la surface, mais sans présenter les apparences d'un bon combustible : on y a ouvert un puits de recherches [1].

Dans l'un et l'autre cas, ces indices ne sont accompagnés que de schistes sans aucune trace de porphyre, ce qui n'empêche pas un observateur très-exact, M. Ernest Puton, de dire, avec juste raison, qu'on fait au Val-d'Ajol des recherches d'anthracite dans un terrain de transition bien caractérisé [2].

Ces affleurements charbonneux rappellent naturellement les traces charbonneuses et les gîtes de graphite qui ont été observés dans le gneiss près du Bonhomme et de Sainte-Marie-aux-Mines. Dans ces deux dernières localités, ils ont de même, comme je l'ai dit ci-dessus, donné lieu à des commencements de recherches de charbon de terre.

Probabilité de l'origine métamorphique du gneiss.

Il semble véritablement très-probable que toutes ces matières charbonneuses ont pour origine des végétaux déposés en même temps que les matières premières de la roche, quelle que puisse être aujourd'hui la texture cristalline de celle-ci. S'il en est ainsi, le gneiss dont nous parlons devra être classé parmi les roches métamorphiques, ce que la présence des amas de calcaire grenu tendait déjà à faire soupçonner; et cela ouvrira le champ à bien des conjectures sur l'origine du leptynite et du granite à petits grains, auxquels le gneiss se lie si intimement.

[1] De Billy, *Notes inédites.*

[2] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 6.

L'hypothèse de l'origine métamorphique du gneiss des Vosges est parfaitement en rapport avec son gisement, qui est parallèle à celui du micaschiste et du schiste argileux, schistes qui passent de l'un à l'autre, et auxquels le gneiss passe lui-même.

Micaschiste : il se lie au gneiss et au schiste argileux.

Près de Sainte-Marie-aux-Mines, dans le vallon de Surlatte, le micaschiste recouvre le gneiss et se lie intimement avec lui [1]. Le gneiss qui forme le fond du vallon d'Urbeis, une des ramifications du val de Villé, passe à un micaschiste très-quartzeux, par lequel il est recouvert parallèlement [2]. Les filons d'eurite qui traversent le gneiss pénètrent aussi dans son intérieur, et il renferme en même temps une grande quantité de veines de quartz blanc, qui se coupent souvent entre elles [3]. Le micaschiste passe lui-même à un schiste argileux, dans lequel on trouve des bancs subordonnés de schiste siliceux ou kiesel-schiefer, dont les feuillets sont quelquefois recouverts de plombagine [4].

La montagne du Climont, au N. de Lubine, dont le grès vosgien forme le sommet, a pour base un gneiss très-micacé, qui passe au micaschiste par degrés insensibles : celui-ci se transforme ensuite en stéaschiste, qui devient lui-même un schiste argileux. C'est le long de la vallée qui s'étend depuis Lubine jusqu'à la base du Climont, que le micaschiste est le mieux développé [5] : il contient des grenats disséminés en petite quantité, et se montre [6] dans les escarpements, sur les deux flancs de cette vallée, coupé par des filons et des masses d'eurite, de porphyre et de syénite à petits grains. En approchant de Lubine, le micaschiste passe au gneiss, qui forme, au N. de ce village, le flanc droit de la vallée de la Fave : dans ce coteau, le gneiss est recouvert par le schiste argileux, qui l'est lui-même par le terrain houiller et le grès rouge. Sur tout le pourtour de la base du Climont, où le micaschiste sort en divers points de dessous les alluvions et le grès rouge, il passe insensiblement à un stéaschiste gris bleuâtre, passant lui-même au schiste argileux, qui se développe ensuite dans toute la vallée

[1] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 69.

[2] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 12.

[3] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 69.

[4] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 4.

[5] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 70.

[6] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 139.

du Milbach, depuis Brüche jusqu'à Saint-Maurice, en y formant de petites collines au pied des montagnes granitiques et de celles de grès rouge[1].

Schistes du val de Villé.

On voit paraître le schiste argileux, ainsi que je l'ai déjà dit, à Urbeis, et on peut le suivre à Steige, à Meissengott, à Saint-Martin, à Villé, à Breitenbach, à Erlenbach, et jusqu'aux environs d'Andlau[2]. Les schistes argileux de cette contrée sont satinés, bleuâtres, grisâtres, violets, jaunâtres, etc.; ils sont pénétrés par de nombreuses veines de quartz dirigées dans tous les sens, et par des filons quartzeux. A une demi-lieue au N. O. de Villé, j'ai observé un schiste argileux noir, luisant, contourné, d'un aspect anthraciteux.

Les schistes du val de Villé bordent, depuis Saales jusqu'à Andlau, le pied du massif granitique du Champ-du-Feu. Ils s'appuient sur sa base; leur stratification suit à peu près la direction de son contour. J'ai poursuivi cette bande sur toute sa longueur dans mes courses de 1838. Au moulin de Brüche, à l'E. de Saales, on voit des schistes imparfaitement cristallins. A peu de distance de Brüche, sur la route de Villé, on rencontre un schiste argileux, rougeâtre, un peu luisant, plongeant N. 20° O. de 40 à 50°; plus loin, à l'Évreuille, on observe encore le même schiste vertical, dirigé E. 20° à 25° N., et on le poursuit jusqu'au point culminant de la route. On le retrouve de nouveau en place, le long de la route, un peu après la Salcée. Près de l'auberge du Milord, le même schiste se présente en feuillets presque verticaux, dirigés E. 22° N. Le long de la descente qui conduit au haut de Steige, on voit paraître un schiste lie de vin, taché de bleu, dirigé E. 30° N. Au haut de Steige, on trouve toujours le même schiste, rouge lie de vin, contourné en petit. A Steige, la route est entretenue avec du schiste noir pailleté. A Meissengott, on rencontre un schiste noir et un schiste verdâtre luisant, à veines quartzeuses, passant au schiste talqueux; puis, au-dessus d'Engelsbach, un schiste verdâtre luisant, avec beaucoup de veines de quartz, dont les débris couvrent le terrain. Un peu plus haut, dans le même vallon, on observe un schiste argileux, lie de vin, à peu près vertical, dirigé E. 10° N. Près du petit col couvert de vignes qui conduit à Breitenbach, le schiste argileux est lie de vin, vertical, dirigé E. 20° N. A l'entrée du village de Breitenbach, le même schiste lie de vin est dirigé à

[1] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 71.

[2] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 12.

peu près N. 40° E. Près de l'église de Breitenbach, on voit un schiste argileux noirâtre, et, dans la partie du village qui tourne vers le vallon de Hohwald, un schiste argileux noir et verdâtre, dirigé E. 15° N. En sortant du village de Breitenbach, à la rencontre du torrent de Hohwald, on trouve un schiste argileux rougeâtre, lie de vin, presque vertical, dirigé E. 15° N., et, en montant vers le passage de Hohwald, un schiste lie de vin, à taches bleues, dirigé E. 15° N.

Schiste argileux altéré près de son contact avec le granite. Vallée d'Andlau.

En descendant la vallée d'Andlau, depuis le col de Hohwald, on voit souvent paraître le schiste; mais il est fréquemment altéré par le contact des filons de granite, et, ainsi que l'a remarqué depuis longtemps M. Voltz, il passe au hornfels.

Immédiatement avant le vallon qui descend de la ferme d'Andlau, on aperçoit des rochers de schiste verdâtre, très-peu fissile et un peu grenu, avec veines de quartz et pyrites, formant une sorte de muraille dirigée S. 40° O. Plus bas, on trouve des rochers de schiste maclifère où les couches plongent, au N. 10° E., de 80°; plus bas encore, toujours sur la rive droite du torrent, près d'une scierie, on observe aussi le schiste maclifère.

On retrouve ensuite le granite passant à un porphyre rouge quartzifère; mais, plus bas encore, sur la rive droite, reparaissent de nouveaux rochers de schiste maclifère, et finalement, sur la rive droite encore, on découvre le schiste maclifère, qui semble dirigé à l'E. 20° N.

Dans la forêt de Hohwald, le schiste présente des variétés exploitables comme ardoises. Au N. et au N. E. de Villé, on a aussi ouvert quelques recherches d'ardoises dans un schiste argileux gris ou verdâtre, très-fissile.

Les schistes du val de Villé ne renferment ni couches calcaires subordonnées, ni vestiges organiques; cependant il existe probablement une connexion entre ces schistes et ceux qu'on voit dans le fond des vallées, entre le Champ-du-Feu et Sainte-Odile, et qui, d'après M. Voltz, contiennent de l'anthracite.

Schiste argileux de l'Hôte-du-Bois.

Les schistes argileux se montrent aussi sur le versant occidental des Vosges, à l'Hôte-du-Bois, sur la route de Saint-Dié à Rambervillers, et au S. E. de Sénones, entre Saint-Dié et Raon-l'Étape. Le schiste argileux dans lequel est creusée la vallée de la Bourgonce, à l'Hôte-du-Bois, est d'un brun verdâtre, à veines rouges, pailleté de mica, assez solide. Ses couches paraissent dirigées du S. O. au N. E.



Schistes des environs de Sénones; pierres à aiguiser.

Dans la vallée de Sénones, près de Moyenmoutier, on voit les schistes argileux passer au jaspe et à des quartzites qui se rapprochent du kiesel-schiefer, que nous avons déjà cité dans les schistes argileux d'Urbeis. On observe, en outre, dans cette localité, une roche grisâtre, compacte, rubanée, à stratification peu apparente, enveloppée et traversée par des masses euritiques, et que l'on a regardée comme un eurite compacte. Cette roche (pierre à aiguiser de Moyenmoutier), loin d'être feldspathique, est formée de quartz arénacé très-fin, réuni par un ciment argileux peu abondant: c'est un grès compacte passant au kiesel-schiefer et au jaspe. Elle se lie aux schistes argileux et aux grauwackes que l'on voit se développer en sortant de Moyenmoutier. Les roches quartzeuses compactes de la vallée du Rabodeau fournissent de très-bonnes pierres à aiguiser; elles sont exploitées en grand à Moyenmoutier [1]. Les schistes de cette vallée sont séparés de ceux du pied du Climont par les roches granitiques qui forment, au S. E. de Sénones, la base des montagnes de grès.

Schistes de la vallée de la Brüche.

Les schistes argileux se montrent aussi en un grand nombre de points de la vallée de la Brüche, depuis Saales jusqu'à Lutzelhausen, sur la route de Schirmeck à Strasbourg. Ils bordent le pied N. E. des montagnes granitiques du Champ-du-Feu, et se développent sur une certaine étendue aux environs de Schirmeck et de Framont. Ils reparaissent plus au N. encore, au pied des montagnes de porphyre, dans le fond de la vallée de Nydeck. Ils sont de diverses couleurs, rouges, verts ou noirs, à feuillets plus ou moins épais, plus ou moins déterminés [2]. Leur stratification court généralement de l'E. N. E. à l'O. S. O., en penchant, tantôt au N. N. O., tantôt au S. S. E. En beaucoup de points, cette stratification est peu prononcée, étant presque toujours masquée par les fissures qui traversent les roches dans tous les sens, particulièrement dans le voisinage des roches éruptives, où ces schistes deviennent souvent très-compactes. On peut constater les dégradations qu'ils offrent sous ce rapport, en les suivant depuis le val de Villé, tout le long du flanc gauche de la vallée de la Brüche, jusqu'à Schirmeck.

Dans les schistes des environs de Schirmeck, on trouve un quartz jaspoïde, qui présente diverses nuances de brun, de rouge, de rose, de gris ou d'un blanc jaunâtre. Il rappelle le kiesel-schiefer d'Urbeis.

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 283.
[2] Calmelet, *Journal des mines*, tom. XXXV, p. 251.

Ce qui distingue particulièrement les schistes des environs de Schirmeck et de Framont, c'est la présence de roches arénacées, de débris organiques et d'amas calcaires.

Au-dessous de Schirmeck, le long de la route de Strasbourg, un peu avant Hersbach, on observe, dans les roches schisteuses, de nombreuses alternances de schistes argileux endurcis ou silicifiés, gris ou rouges, et de grauwackes ou plutôt de grès quartzeux à grains feldspathiques, d'aspects très-variés. Les schistes argileux contiennent souvent des veines très-distinctes de grauwacke à grains fins. Ces veines sont coupées obliquement par les plans de la division en ardoises, et les deux sens de division sont obliques par rapport aux plans des couches, ce qui donne le triple mode de division que j'ai signalé dans les schistes argileux de l'Ardenne. (Voyez ci-dessus, page 255.)

Schistes et grauwackes des environs de Schirmeck.

Ces roches se continuent encore plus bas, dans la vallée de la Brüche, jusqu'au village de Lutzelhausen, bâti sur des schistes argileux qui renferment des empreintes végétales; des grauwackes leur sont subordonnées. Ces roches sont altérées, sur plusieurs points et de diverses manières, par les porphyres qui les ont pénétrées [1]. La vallée de Nydeck, au N. O. de Lutzelhausen, présente, au-dessous des conglomérats porphyritiques, un affleurement de schiste argileux d'un gris bleuâtre, où la division en feuillets est presque perpendiculaire aux plans des couches qui plongent, au N., de 50°. Ce schiste a été exploité comme ardoises, et a fourni celles qui ont servi à couvrir le château que les évêques de Strasbourg possédaient à Saverne [2].

Schistes et grauwackes des environs de Lutzelhausen. Ardoises de Nydeck.

Le vallon de la Crâche, près de Raon-sur-Plaine, est creusé dans une grauwacke schisteuse liée à des schistes argileux qui sont la prolongation de ceux de Framont. Certaines couches de cette grauwacke schisteuse sont grises; d'autres sont rouges, bariolées de gris bleuâtre, et contiennent des strates très-chargés de mica. Ces parties micacées rappellent complétement quelques-unes des couches qui alternent avec les quartzites du Hundsruck et de l'Ardenne. Lorsque j'ai été visiter cette localité en 1830, avec mes collègues MM. Voltz, Dufrénoy et de Billy, on exploitait la grauwacke

Carrières d'ardoises de la Crâche.

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, 1834-1835, tom. VI, pag. 41.

[2] Graffenauer, *Essai d'une minéralogie des départements du Haut et du Bas-Rhin*, pag. 85.

rouge pour en tirer des ardoises grossières. Ces couches plongent, au S. O., de 50°.

Calcaire de Schirmeck, intercalé dans les schistes.

Le calcaire existe en amas stratiformes au milieu des schistes argileux, avec lesquels il alterne au point de contact[1]. On en voit des amas à Schirmeck, à Vachenbach, à Framont. Il est compacte, grenu quelquefois, mais rarement sublamellaire. Il renferme des débris organiques, et notamment des crinoïdes. Sa couleur est généralement grisâtre, rosâtre ou rouge, violette, quelquefois blanche ou bleuâtre. Ce calcaire est exploité comme pierre à chaux dans toutes les localités où il se montre. A Schirmeck, on l'a même autrefois exploité comme marbre[2]; mais on y a renoncé, les fissures qui le divisent ne permettant pas d'en tirer des blocs assez grands. La carrière principale est située à une certaine hauteur, dans le flanc de la montagne qui domine la ville au N. O. Le terrain se compose de couches parallèles, dirigées de l'O. 30° S. à l'E. 30° N., et plongeant d'environ 60° au S. 30° E.; de schiste argileux, à surface luisante, de grauwacke et de calcaire gris. On trouve, tant dans le calcaire que dans le schiste, des entroques, des polypiers et des coquilles univalves et bivalves, malheureusement peu distinctes. Le calcaire a une structure grossièrement amygdaline; il est pénétré d'une multitude de veines entrelacées de schiste luisant, gris verdâtre ou violacé. La stratification y est, en outre, marquée par de petites couches de schiste argileux, d'un gris pâle, onctueux au toucher, fusible, en émail blanc, renfermant des pyrites, et souvent de petits grenats. Le calcaire présente des cavités étroites qui paraissent s'enfoncer à une grande profondeur verticale, et dont plusieurs sont tapissées de stalactites. Il est coupé par des filons de porphyre et d'autres roches éruptives.

Calcaire de Vachenbach.

Monnet, dans son Atlas minéralogique imprimé en 1780, donne la coupe suivante d'une carrière de pierre à chaux, très-fine, ou marbre, située à Vachenbach :

« Pierre à chaux, très-fine, ou marbre à veines blanches ou grises.	3pi	6po
« Même marbre		6
« Même marbre	3	
« Même marbre	2	

« Les couches sont inclinées d'environ 45°. »

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, 1834-1835, tom. VI, pag. 41.

[2] Graffenauer, *Essai d'une minéralogie des départements du Haut et du Bas-Rhin*, pag. 40.

Aujourd'hui on a converti les carrières de Vachenbach en carrières de marbre : on en extrait des blocs de très-grandes dimensions, que l'on conduit à Épinal pour y être sciés et polis [1].

Calcaire de Framont.

Le calcaire de Framont est analogue à celui des deux localités précédentes, tant sous le rapport des caractères minéralogiques que sous celui du gisement. Cependant, dans quelques parties, il est plus blanc, plus cristallin et plus entrelacé avec le schiste que celui de Schirmeck. On y a ouvert une carrière qui a été l'objet d'une exploitation considérable de pierre à chaux et même de marbre. Cette carrière se trouve au-dessus des exploitations du minerai de fer appelées mine grise et mine noire, dans une montagne appelée Mathiskopff; elle a été exploitée souterrainement, ce qui a donné lieu à une grande cavité dont le plafond est soutenu par des massifs de marbre qui lui servent de piliers. La couleur la plus ordinaire du marbre de Framont est le blanc pénétré de veinules rouges et noirâtres d'oxyde de fer. On en tire aussi des blocs d'un gris uni [2].

Analogie de ce terrain avec celui de l'Ardenne.

Ce terrain schisteux, avec grauwackes et calcaires subordonnés, me paraît avoir une grande analogie avec celui de l'Ardenne (i), et particulièrement avec celui des parties de l'Ardenne voisines de Mézières et de Bouillon; et rien n'empêcherait qu'on ne supposât que ce sont deux affleurements d'un même système, qui, dans tout l'intervalle entre Mézières et Framont, demeure couvert par des dépôts plus modernes.

Nous reviendrons, dans la suite de ce chapitre, sur les masses d'origine éruptive qui, aux environs de Schirmeck et de Framont, traversent les diverses assises que nous venons de décrire et les modifient quelquefois d'une manière remarquable.

Schistes et grauwackes du midi des Vosges.

Dans la partie méridionale des Vosges, on rencontre un terrain de schistes argileux et de grauwackes analogue, à tous égards, à celui du banc de la roche. On l'observe particulièrement au S. E. de la ligne tirée de Munster à Faucogney; mais il y est enfoui, plus encore que près de Schirmeck, sous les roches éruptives qui l'ont percé, et qui ont donné naissance à un terrain très-développé, rapporté, sur la carte géologique, au terrain de transition supérieur, et qui sera décrit ultérieurement (i^3).

Ce n'est guère que dans le fond des vallées et au pied méridional des

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 286.

[2] Graffenauer, *Essai d'une minéralogie des départements du Haut et du Bas-Rhin*, p. 41.



montagnes que le terrain de schistes et de grauwackes peut être observé; c'est là aussi seulement qu'il a été figuré, sur la carte géologique, comme terrain de transition d'une époque indéterminée (i). Il n'a même pas été possible de marquer tous ses affleurements, dont plusieurs sont très-peu étendus.

Schistes et grauwackes de la vallée de Guebwiller.

Le fond de la vallée de la Lauch, près de son débouché dans la plaine du Rhin, est creusé, depuis Bühl jusqu'à Guebwiller, dans le terrain de schistes argileux et de grauwackes. Le pied du flanc septentrional de la vallée, au N. E. et au N. O. de Guebwiller, est formé par une grauwacke à grains fins. Dans le lit même de la rivière, au N. O. de la ville, en creusant l'emplacement d'une roue hydraulique, on a trouvé un schiste noir anthraciteux, à feuillets luisants et contournés, renfermé dans la même grauwacke; les indices de la stratification se dirigeaient à peu près transversalement à la vallée, c'est-à-dire du N. E. au S. O.

De la base du ballon.

Ce terrain schisteux forme le sol de la forêt d'Hugstein, et se prolonge au S. O. vers le vallon de Goldbach, en rasant la base du ballon de Guebwiller. On voit affleurer le schiste argileux en sortant de Rimbach pour monter au ballon. Au point où plusieurs vallons se réunissent entre Rimbach et la vieille verrerie, on observe un schiste argileux noirâtre, en feuillets verticaux, dirigé à peu près du N. E. au S. O. Le vallon de Dieffenbach est creusé dans ce schiste argileux, qui, à Dieffenbach, plonge, à l'E. 35° S., de 45°. Ce schiste forme aussi la crête à l'E. de la vieille verrerie, crête aride comme l'Ardenne, et couverte seulement d'une pelouse parsemée de quelques arbres rabougris. Il a été exploité comme ardoises entre Rimbach et Goldbach. On trouve aussi des ardoises à Oberlauchen, sur la pente septentrionale du ballon de Guebwiller[1].

De Grüth.

Ce même terrain schisteux est coupé par la vallée de la Thur près de Grüth. A l'entrée méridionale de ce village, on voit des couches schisteuses presque verticales, courir de l'E. S. E. à l'O. N. O. A côté de la scierie située au-dessus du village de Grüth, à l'entrée du vallon de Claubach, on observe un schiste noir très-contourné, qui a évidemment subi l'action d'un pétrosilex quartzifère bleuâtre, passant à un porphyre quartzifère micacé et amphibolique qui se montre près de là.

[1] Graffenauer, *Essai d'une minéralogie des départements du Haut et du Bas-Rhin,* pag. 85.

En remontant le vallon de Claubach vers le col de Steinlebach, on voit affleurer plusieurs fois ce terrain schisteux au-dessous du terrain porphyrique qui le perce et le recouvre. A 500 mètres de l'entrée du vallon, on aperçoit une assez grosse assise de schiste noir plongeant, au N. 15° O., de 35°. Un peu plus haut, après avoir passé le premier ruisseau venant du N., on trouve un schiste argileux verdâtre, passant à la grauwacke et plongeant, au N. 15° E., de 30°. Un peu plus haut encore, on retrouve le même schiste, très-contourné dans le sens de l'inclinaison, et courant à l'E. 40° S. Il est noir, vert ou violet, souvent feuilleté. **Schistes et grauwackes du vallon de Claubach.**

Le monticule isolé qui s'élève dans la vallée de la Thur, au S. E. d'Odern, est formé par un schiste argileux noir, parsemé de paillettes de mica et passant à la grauwacke schisteuse. **D'Odern.**

A partir de la vallée de la Thur, ce terrain schisteux se continue vers le S. O. jusqu'au pied du ballon d'Alsace, et il est coupé par la dépression du col de Bussang, qui conduit de la vallée de la Thur dans celle de la Moselle. La côte de Bussang est formée par un schiste noirâtre et peu fissile, qui a souvent été pris pour un trapp, et qui, sur la pente orientale, alterne avec de véritables pétrosilex. La compacité particulière qu'il présente est probablement l'effet d'un commencement de métamorphisme; mais ce qu'il y a de certain, c'est que son origine sédimentaire est prouvée par les empreintes végétales qu'on y a découvertes. Ces empreintes sont des *calamites,* qui sont couchées entre les strates de la roche schisteuse[1]. Dans la descente du col de Bussang vers Urbay, on remarque des variétés de schiste susceptibles d'être exploitées comme ardoises. **De la côte de Bussang.**

En descendant du Gresson, vers Urbay, on traverse les affleurements d'un schiste argileux noir, pailleté de mica, tout pareil à celui de Dieffenbach. Le profond ravin dans lequel se précipite la jolie cascade de Storkensohn, près d'Urbay, est creusé dans le schiste argileux.

Le même terrain schisteux existe au pied des Vosges dans le département de la Haute-Saône, et s'y montre même à découvert sur une plus grande étendue que dans l'intérieur des montagnes. A Auxelles-Bas et aux Granges-Godey, il forme des collines dont la base est entourée par le grès rouge. Ces collines présentent un schiste verdâtre ou d'un rouge lie de vin, peu **D'Auxelles-Bas et des Granges-Godey.**

[1] Hogard, *Système des Vosges,* pag. 292.

solide, dans lequel sont intercalées de petites couches de grauwacke, de couleur violacée. La stratification court du N. E. au S. O., ou de l'E. N. E. à l'O. S. O.; les couches sont fortement inclinées. Au N. O. de la houillère de Ronchamp, le terrain houiller repose sur un schiste argileux verdâtre et lie de vin, dont la surface inégale fait saillie en quelques points dans les travaux d'exploitation. Le schiste renferme des couches d'une grauwacke très-feldspathique.

Schistes et grauwackes de Plancher-Bas.

En approchant des montagnes de porphyre, le schiste prend quelquefois plus de dureté. A Plancher-Bas (Haute-Saône), le schiste est gris bleuâtre et solide : il pourrait, d'après M. Thirria, fournir des ardoises de bonne qualité [1].

Schiste coticule de la Voivre.

Ces schistes prennent aussi de la consistance et de la dureté quand ils sont imprégnés de silice, et deviennent alors un véritable schiste coticule, ou pierre à rasoir. Tel est le banc qu'on exploite pour cet usage à la Voivre, près de Faucogney [2].

Schistes et grauwackes du Salbert.

Plus au S. encore, ce même terrain schisteux forme quelques proéminences dans la région des collines de la Haute-Saône. La plus considérable est le Salbert, au N. O. de Beffort. Le schiste y est, en quelques points, noirâtre et même charbonneux. Cette apparence a donné lieu à des recherches de houille qui ont été sans succès. Il contient de petites couches d'une grauwacke quartzeuse et des lits de kiesel-schiefer noir.

D'Anjoutey.

Au N. E. du Salbert, le schiste se montre encore au ballon de Rope, à Anjoutey et à la Charme. A Anjoutey, on trouve des couches d'une grauwacke schisteuse, pailletée de mica, et noircie par des parties charbonneuses.

Analogie de ce terrain avec celui de l'Ardenne.

Il se présente aussi plus au S., dans les environs de Chenebié. Là, il offre quelques couches remplies d'empreintes de stophomènes, et il renferme un amas stratifié d'un calcaire gris, qui est exploité comme pierre à chaux. C'est la même réunion d'éléments que dans le terrain stratifié des environs de Schirmeck, ou dans la partie de l'Ardenne qui avoisine Mézières et Bouillon. Ces schistes rappellent également ceux qu'on observe dans les montagnes, entre la Saône et la Loire, et dans la partie méridionale du Morvan, entre Autun et Decise, et qui contiennent de même des

Avec les schistes de Saône-et-Loire et du Morvan.

[1] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique du département de la Haute-Saône*, p. 353.

[2] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 282.

amas stratifiés de calcaire avec encrines, et quelques autres fossiles en petit nombre. (Voyez le chapitre II de cet ouvrage, pag. 145.) Tous ces terrains schisteux font probablement partie d'un même système, que les roches éruptives ont disloqué.

C'est une question encore fort obscure à mes yeux que celle des rapports d'âges qui existent entre ce vaste système schisteux, qui, suivant toute apparence, forme le support des terrains secondaires, dans une grande partie du N. E. de la France, et le système du gneiss, du leptynite et du granite commun, que j'ai décrit précédemment. Les anciens usages de la géologie voudraient qu'on fît au système du gneiss, du leptynite et du granite, les honneurs de la priorité : mais la théorie du métamorphisme permettrait que l'on considérât les deux systèmes comme contemporains; qu'on ne vît, dans le gneiss avec amas de calcaire cristallin du Chippal, de Laveline et de Saint-Philippe, qu'une recristallisation des schistes avec amas calcaires de Framont, de Vachenbach et de Schirmeck, et qu'on ne vît de même, dans le gneiss avec anthracite ou graphite du Val-d'Ajol et de la vallée de Sainte-Marie-aux-Mines, qu'un état métamorphique des schistes avec veines d'anthracite du Salbert, d'Anjoutey et de Guebwiller.

Rapports entre ce terrain schisteux et le terrain de gneiss.

Probabilité de l'origine métamorphique du gneiss.

Cette hypothèse, que nous avons déjà mise en avant à l'occasion des calcaires saccharoïdes de Gioux (Corrèze) et de Savenne (Cantal) (voyez ch. II, p. 120), présente, sans doute, des difficultés; mais toutes celles qui ont été appliquées au même problème semblent en offrir de plus grandes encore.

Dans cette manière de voir, le granite commun et le leptynite devraient provenir, comme le gneiss, d'un changement d'état cristallin du terrain schisteux, déterminé par une fusion plus complète que dans le cas du gneiss.

Et même du leptynite et du granite commun.

Dans cette même supposition, la vraie roche primitive, la première écorce solide de notre planète en fusion, n'aurait été conservée en aucun point des Vosges; car le granite porphyroïde que nous avons mentionné en premier lieu, parce qu'il forme, dans la disposition actuelle des choses, la base de tout le massif, et, pour ainsi dire, le cœur des montagnes, présente des traces non équivoques d'une origine éruptive, ou du moins postérieure à l'existence d'une première série de roches solides, qui a été réduite en fragments sur son passage. On y remarque fréquemment des parties sphé-

Pas de roches vraiment primitives dans les Vosges.

Origine éruptive du granite porphyroïde.

roïdales, dont le grain est plus fin et dans lesquelles le mica est beaucoup plus abondant. Un reste de contour angulaire porte souvent à reconnaître, dans ces parties d'une teinte plus sombre, des fragments qui auraient été englobés et à demi fondus dans la roche, lorsqu'elle était encore à l'état liquide ou pâteux. M. Rozet y a même reconnu distinctement des fragments de gneiss dont les angles étaient émoussés. C'est, dit-il, dans la partie septentrionale de la commune du Tholy que j'ai trouvé le plus de fragments de gneiss au milieu du granite. Des parties de cette roche en sont pétries, et on voit, ajoute-t-il, le granite se contourner autour des fragments de gneiss comme une matière pâteuse qui se serait modelée dessus[1].

Fragments de gneiss dans le granite.

Ces rapports entre le granite porphyroïde et le système du granite commun, du leptynite et du gneiss, ont excité d'une manière particulière l'attention de plusieurs observateurs, parmi lesquels je citerai surtout M. Hogard, M. Rozet et M. Ernest Puton.

Remarques de MM. Hogard, Rozet et E. Puton.

M. Hogard remarque que le système du gneiss, du leptynite et du granite commun, qu'il nomme formation du leptynite, forme des masses généralement peu élevées et placées vers les bords du système.

Ces masses servent de base à des dépôts secondaires, tels que le grès rouge et le grès des Vosges. « Les montagnes du groupe granitique (granite « à gros grains souvent porphyroïde), au contraire, constituent les princi« paux massifs de ce que l'on nomme la chaîne des Vosges : elles ne sont « jamais recouvertes de roches stratifiées; leurs sommités, arrondies ou « déchirées, sont toujours découvertes; et, quand les roches de ce groupe se « montrent sous des roches en série, elles n'y sont qu'en lambeaux détachés « de la masse à laquelle elles appartiennent..... Cette différence de posi« tion géologique me semble, dit M. Hogard, être de la plus grande impor« tance, et m'a frappé depuis long-temps; j'ai cherché déjà à l'établir, en « 1829, dans une notice géologique sur le gisement des roches des Vosges[2]. » (Annales de la Société d'émulation des Vosges.)

M. Rozet s'est attaché à prouver que le granite porphyroïde s'est formé au-dessous du système du gneiss, du granite commun et du leptynite, qu'il

[1] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 41.

[2] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 308.

nomme formation du leptynite, et qu'il a fait éruption à travers. Il a cherché, avec le plus grand zèle, des preuves à l'appui de ce système, et lui a conquis, parmi les géologues des Vosges, de nombreux partisans.

M. Ernest Puton admet que le granite ne s'est soulevé qu'après la consolidation du gneiss et du leptynite. Il pense que c'est à ce soulèvement que l'on peut attribuer leur dislocation et l'existence des masses et des filons granitiques qui les traversent, et qui, suivant lui, s'épanchent fréquemment sur elles. Il est bien entendu, ajoute-t-il, qu'il ne s'agit pas ici des divers soulèvements qui ont donné aux Vosges la configuration actuelle, mais de celui qui leur a donné un premier relief[1].

Le même géologue regarde comme certain que, dans les Vosges, le granite commun est le premier arrivé à la surface du globe, et il est probable, d'après lui, que les massifs qui offrent entre eux une grande différence minéralogique représentent autant de diverses époques de formations granitiques. Pour lui, le granite syénitique représente certainement une époque, le granite micacé une autre; et celui de Ranfaing, si différent du granite commun, pourrait aussi être d'un autre âge[2].

M. Ernest Puton fait, en outre, observer que tous les filons d'eurite que l'on rencontre dans les contrées où le leptynite occupe une certaine surface ne sont injectés que dans le granite. C'est, ajoute-t-il à juste titre, un fait assez remarquable que cette affection des filons euritiques pour une roche, et l'éloignement qu'ils témoignent pour l'autre[3].

Les faits sont moins simples que ce système.

En me rendant ici l'écho des idées de ces différents géologues, et en cherchant à faire ressortir ce qu'elles me paraissent offrir d'ingénieux, je ne prétends cependant pas imposer leur opinion au lecteur, parce que je crois le système des auteurs dont je viens de parler beaucoup plus simple que ne sont les faits.

J'ai dit, en effet, que le granite commun à petits grains se trouve principalement dans une bande de terrain dirigée de Remiremont vers la Croix-aux-Mines, où on le voit passer au leptynite et au gneiss, mais que ce n'est pas là son seul gisement. J'ai cité les dégradations dans le grain de la roche, qui font que le granite à gros grains et le granite por-

[1] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 31.

[2] *Id., ibid.*, pag. 36.

[3] *Id., ibid.*, pag. 47.

phyroïde passent à un granite d'un grain uniforme et moyen ou même assez fin, tel que celui du Hohneck, du col de Bramont, du lac de Retournemer, etc. Quelquefois des masses assez étendues d'un granite à grains plus fins encore se trouvent intercalées au milieu des granites porphyroïdes : ainsi, au milieu de la région occupée par ces derniers granites, le côté méridional du lac de Longemer est formé, à sa base, de granite à petits grains, avec un peu de mica, espèce d'eurite grenu ou de leptynite. Le granite porphyroïde passe donc, en beaucoup de points, au granite commun à petits grains, et même à une espèce de leptynite, et s'enchevêtre avec ces roches; mais ce qui donne à cette classe de faits une complication qui défie toutes les théories proposées jusqu'ici, c'est que ces dernières roches coupent elles-mêmes le granite porphyroïde sous forme de filons.

Filons de granite à petits grains et même de *leptynite*, coupant le granite porphyroïde.

Les granites porphyroïdes à gros grains sont quelquefois traversés par des filons de granite à petits grains ou peut-être de leptynite, qu'il ne faut pas confondre avec les filons de porphyre quartzifère, qui, ainsi que nous le verrons plus loin, y sont assez fréquents. Je puis citer de ce fait quatre exemples, que j'ai observés moi-même dans les Vosges, et qu'il serait probablement très-facile de multiplier; qui, d'ailleurs, sont analogues à beaucoup d'autres reconnus dans d'autres contrées, notamment à Heidelberg par M. Léonhard.

Environs de la Bresse.

Le bassin du lac des Corbeaux, au pied N. O. de la montagne du Grand-Ventron, est excavé dans un granite porphyroïde rougeâtre, contenant des aiguilles d'amphibole. Ce granite constitue, en grande partie, les environs du village de la Bresse. En allant du lac des Corbeaux à la Bresse, j'ai trouvé un filon de granite à petits grains, blanchâtre, de 2 décimètres de puissance, coupant le granite porphyroïde à gros grains, qui est, en cet endroit, très-chargé de mica noir. Le filon est presque vertical et court à l'E. 30° N.

Environs de Thannenkirch.

Au-dessus et à l'O. de Thannenkirch, près de Saint-Hippolyte, j'ai vu, dans un granite porphyroïde à gros grains, plusieurs filons d'un granite à grains beaucoup plus fins, mais composé des mêmes éléments et porphyroïde lui-même. Ils étaient parallèles entre eux, dirigés à peu près du N. E. au S. O., et plongeaient vers le N. O. sous un angle de 40 à 50°. Ils avaient de $0^m,10$ à $0^m,60$ de puissance, et étaient séparés par des tranches un peu plus épaisses de granite à gros grains, lequel, se décomposant plus aisément, les laissait en saillie à la surface du sol.

J'ai observé un fait tout semblable entre Liepvre et Dambach, au pied des montagnes de grès. Les filons de granite à petits grains passant au leptynite sont dirigés, comme les précédents, du N. E. au S. O.; mais ils plongent au S. E. sous un angle de 50 à 60°. Sur le col, entre Sainte-Marie-aux-Mines et la Croix, j'ai rencontré une masse de leptynite qui paraissait enchâssée dans le granite syénitique porphyroïde.

Entre Liepvre et Dambach. Col de Sainte-Marie.

Enfin, à l'entrée de la forêt de Barr, à une demi-lieue de cette ville, j'ai trouvé le granite à gros grains facilement décomposable, avec albite bien distinct et quartz rosé, comme à Andlau, coupé par des filons d'un leptynite rougeâtre à petits grains, très-solide, formant des crêtes saillantes sur la surface du sol; mais, bientôt après, à l'entrée même de la ville de Barr, au-dessus du bain minéral, j'ai observé dans le même granite à gros grains, facilement décomposable, des taches anguleuses à grains fins, plus noires que le reste, par l'effet d'une plus grande concentration du mica, qui ne sont probablement que des fragments empâtés et presque entièrement fondus dans la masse. De pareilles taches se montrent aussi dans le granite à gros grains à l'E. de Saint-Hippolyte.

Forêt de Barr; filons de *leptynite* et fragments de granite à petits grains dans un même granite à gros grains.

J'ajouterai encore que, parmi les blocs de granite répandus dans le diluvium, qui joue un rôle si remarquable aux environs de Gérardmer, on en remarque d'un granite à grain moyen avec mica noir traversé par des filons d'un granite à petits grains avec mica blanc, et que ce même granite, ainsi que je l'ai déjà dit, enveloppe fréquemment des fragments de gneiss.

Blocs aux environs de Gérardmer.

D'un autre côté, depuis le Valtin jusqu'au Tholy, en passant par Gérardmer, du Tholy à Vagney, de Vagney à Gérardmer, en suivant la vallée du Bouchot, etc., on marche sur un granite, souvent à petits grains, mais qui est toujours un peu porphyroïde, qui renferme des fragments de gneiss, et qui passe cependant au leptynite dans les parties supérieures.

Comment tous ces faits pourraient-ils se concilier avec la supposition d'un ordre constant de production entre les diverses variétés de ces roches cristallines?

Difficulté d'admettre un ordre constant de production.

L'irrégularité des passages qu'on observe entre elles ne s'oppose pas moins à la supposition d'un pareil ordre régulier de succession. Le granite porphyroïde contient souvent, ainsi que nous l'avons déjà dit, quelques aiguilles d'amphibole. Dans certaines localités, ces aiguilles d'amphibole se multiplient au point de former un des éléments essentiels de la roche,

Le granite se charge d'amphibole. Granite syénitique.

Environs du Tillot et de la Bresse.

qui devient alors un granite syénitique. Elles sont très-nombreuses dans les granites porphyroïdes des environs du Tillot. D'après M. Rozet, depuis la montagne de Morbieu, au S. O. de Saulxures, jusqu'à celle de Creusegoutte, au N. de la Bresse, il existe, sur le flanc septentrional de la vallée qui s'étend depuis le lac de Lispach jusqu'à Vagney, une masse de granite amphiboleux avec grands cristaux de feldspath et peu de quartz, que M. Voltz a nommé granite syénitique, à cause de l'amphibole qu'il contient toujours. Ce minéral s'y montre en aiguilles et en lames : tantôt il domine sur le mica, tantôt il disparaît presque entièrement. Les cristaux de feldspath sont toujours nombreux et très-longs. Quand cette roche approche du granite ordinaire, elle y passe insensiblement par la perte de son amphibole et la diminution de grosseur de ses cristaux de feldspath[1].

Ainsi que le remarque M. Ernest Puton, ce granite syénitique est souvent une fort belle roche. Ses grands cristaux de feldspath en font reconnaître deux variétés bien tranchées : l'une à cristaux blancs et à cristaux verts plus petits, et l'autre à cristaux rougeâtres. Quelquefois on y distingue des veines feldspathiques d'un blanc rosâtre avec amphibole, qui sont du plus joli effet; quelquefois encore l'amphibole y forme des agglomérations qui figurent assez parfaitement des étoiles, et qui, si elles étaient circonscrites par un cercle feldspathique, donneraient à la roche l'aspect du diorite orbiculaire de Corse. A la Bresse, à Cornimont et à Ventron, où ce granite est la roche dominante, on l'emploie comme pierre de taille dans les constructions, on en fait même des bassins de fontaine; quoique très-dure, elle se taille avec assez de facilité[2].

Environs de Sainte-Marie-aux-Mines.

Vers le N. E., le granite syénitique reparaît dans la vallée du Valtin; au S. et à l'E. de ce village, il en existe de très-beaux escarpements près de la scierie[3]. Il s'observe aussi aux environs de Sainte-Marie-aux-Mines, et la montagne qui forme la crête des Vosges, entre Sainte-Marie-aux-Mines et la Croix, est composée principalement d'un granite syénitique, qui passe quelquefois à une véritable syénite. Cette roche a constamment une structure porphyroïde due à de grands cristaux d'un feldspath blanc grisâtre, et très-inalté-

[1] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 41.

[2] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 34.

[3] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 42.



rable. Le feldspath de la masse qui empâte ces cristaux est rouge et assez sujet à se décomposer, de manière à devenir opaque, terne et d'un rouge pâle. Le mica est abondant, et de couleur vert foncé; le quartz y est très-rare et manque quelquefois. L'amphibole est quelquefois fort abondant, d'autres fois fort rare. Sur le penchant oriental de la montagne qui sépare Sainte-Marie-aux-Mines de la Croix, on trouve dans cette roche une grande masse informe de porphyre quartzifère, auquel elle passe. Plus bas, on y voit un ou plusieurs grands amas d'une roche semblable au hornfels, parfois très-micacée. En plusieurs points, ce granite syénitique renferme de petits filons d'un autre granite qui contient des tourmalines.

Le granite syénitique tend à former des proéminences circonscrites comme les syénites et les porphyres.

D'après M. Voltz, le granite syénitique de Sainte-Marie-aux-Mines est limité de tous côtés par le gneiss. Il ne constitue jamais ni des masses, ni des couches subordonnées, dans cette formation à laquelle il ne se lie en aucune manière, tandis que la formation du granite commun se lie ordinairement, par intercalations ou par alternances, à celle du gneiss[1]. M. Rozet a observé, de son côté, qu'au N. E. de Sainte-Marie-aux-Mines, sur le territoire de l'Allemand Rombach, le granite syénitique compose plusieurs montagnes, qui sont environnées de toutes parts par le gneiss, qu'elles semblent avoir percé en s'élevant[2].

Nous trouvons déjà ici les allures des syénites proprement dites et des porphyres quartzifères, auxquels passent les granites syénitiques.

Massifs isolés que forment les roches cristallines dans le midi des Vosges. *Ballons.*

Il est remarquable, en effet, qu'à mesure que le granite passe davantage à la syénite et au porphyre quartzifère, il manifeste une tendance de plus en plus grande à se partager en massifs isolés, qui surgissent en forme de ballons. A considérer la chose en grand, c'est en avançant vers le midi des Vosges qu'on voit surtout le granite devenir porphyroïde ou passer à la syénite, et c'est aussi dans le midi de ce groupe de montagnes que les roches cristallines cessent de constituer une grande zone à surface tuberculeuse et irrégulière, pour se diviser en gros rognons qui s'élèvent hardiment en masses distinctes, présentant chacune un certain caractère d'individualité, et dont les contours arrondis en dôme ont mérité par excellence le nom de *Ballons*.

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 46.

[2] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 42.

Ballon d'Alsace ou de Giromagny.

Le plus connu de ces ballons, quoiqu'il ne soit pas le plus élevé, est le ballon d'Alsace ou de Giromagny, que traverse la route de Beffort à Saint-Maurice. Il est séparé, par la vallée de la Moselle, de la grande masse des roches granitiques, et est principalement formé d'une belle syénite porphyroïde.

Ballon de Comté ou de Servance.

A environ une lieue à l'O. 1/4 N. O. du ballon de Giromagny, se trouve le ballon de Servance ou de Comté, qui atteint presque la même hauteur et qui lui ressemble complétement.

Ces deux dômes, analogues par leur composition, par leurs formes et même par leurs noms, se tiennent par leurs racines, et ont une base commune fort étendue, dont la circonscription est tracée sur la carte géologique.

Syénite qui les compose.

La syénite (y^2) qui les constitue s'étend au midi dans la vallée de Plancher-les-Mines, dont elle compose toute la partie supérieure; elle constitue aussi le ballon Saint-Antoine, entre cette vallée et celle de Giromagny. Elle s'avance à l'O. vers Château-Lambert, descend vers le N. dans la colline des Charbonniers, et forme au midi de Mollau, entre les vallées de Saint-Amarin et de Massevaux, des cimes distinctes assez élevées. A l'E., elle se prolonge, dans la vallée de Massevaux, jusqu'à Rimbach et à Seewen, et même jusqu'à Wegscheid. Le ballon de Giromagny offre, de ce côté, ainsi que nous l'avons déjà dit, de grands escarpements, dans lesquels la syénite se présente en grandes masses prismatoïdes. Cette roche en forme aussi d'assez pittoresques, quoique moins accidentés, dans le fond du vallon de Rimbach.

C'est dans la partie centrale de cette masse, qui comprend les ballons de Giromagny et de Servance, que les caractères de la syénite se développent le plus complétement. Elle y est composée de feldspath orthose d'un rouge pâle, brunâtre ou violacé, dont une partie est en gros cristaux très-lamelleux, d'albite verdâtre moins bien cristallisé et souvent presque compacte, d'amphibole vert cristallisé, de quelques grains de quartz incolore et d'un peu de mica noir. L'albite de cette roche entre facilement en décomposition, et c'est ordinairement par cet élément que commence sa désagrégation quand elle est exposée à l'air. Cet albite se laisse très-fréquemment rayer par une pointe d'acier. Les cristaux de feldspath violacé ou brunâtre, qui ont quelquefois de deux à quatre centimètres de longueur, donnent à la roche la texture porphyroïde. Cette syénite est connue dans les arts sous le

nom de granite feuille-morte des Vosges; elle rappelle celle de plusieurs monuments égyptiens. M. Hogard en a trouvé une variété rougeâtre, qui est analogue à la syénite de l'obélisque de Luxor[1]. Les syénites du ballon, ainsi que d'autres belles roches des Vosges, ont été sciées, taillées et polies à l'établissement de la Mouline, dans la vallée de la Moselle, et ont fourni de beaux vases, des colonnes, des tables, etc.

Son grain devient plus fin sur les bords de la masse.

En approchant du contour de la masse, la syénite prend un grain plus fin. La crête entre le haut de la vallée d'Harmsbach et celle de Rimbach est formée par une belle syénite porphyroïde; mais, lorsqu'on commence à descendre de cette crête vers Harmsbach, on voit le grain de la syénite diminuer, et on observe une syénite à petits grains qui finit par passer à l'eurite, et à un pétrosilex verdâtre.

Au-dessus de Wegscheid, sur le chemin d'Oberbruck à Massevaux, on rencontre, au pied du flanc septentrional de la vallée, une roche feldspathique à base de feldspath rougeâtre, et contenant beaucoup d'amphibole, qui n'est qu'une syénite à petits grains. Elle passe quelquefois à un eurite, et est accompagnée de pétrosilex verdâtre.

Roches intercalées.

En descendant du ballon d'Alsace vers Saint-Maurice, on trouve, près des bords de la masse de syénite, plusieurs bandes d'eurite blanchâtre, de diorite, et de trapp ou pétrosilex d'un vert noirâtre, qui paraissent être de gros filons. Des passages ou intercalations du même genre s'observent aussi dans la descente du côté de Giromagny.

Passage du granite au porphyre quartzifère.

Le granite porphyroïde passe, ainsi que nous l'avons vu, à la syénite par un changement graduel dans sa composition; mais il se modifie aussi par la seule variation de son grain, et cette variation ne s'arrête que lorsqu'il est complétement passé à l'état porphyrique.

Entre Gérardmer et Vagney.

En allant de Gérardmer à Vagney, on voit le granite passer au porphyre, qui s'y présente en masses subordonnées ou en gros rognons. Ce granite se compose ordinairement de feldspath blanc ou grisâtre, d'un grain presque imperceptible, de quartz gris et de mica noir. Il contient de grands cristaux de feldspath blanc et quelquefois des cristaux d'amphibole. Ceux de feldspath se détachent très-nettement sur la masse, et lui donnent un aspect porphyrique. Le feldspath qui constitue la masse n'est pas toujours blanc

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 133.

grisâtre; souvent il est rouge. On remarque, dans des blocs où il est gris, des veines où il est en partie rouge; quelquefois, et surtout dans ces parties rouges, le feldspath de la masse devient tout à fait compacte, et on a un porphyre à pâte feldspathique d'un rouge plus ou moins vif, ordinairement mêlé de gris et de brun, contenant des paillettes de mica noir et des cristaux de feldspath blanc. Quelquefois, par un passage inverse, on voit le granite perdre les grands cristaux qui lui donnent un aspect porphyroïde, et on a un granite blanchâtre ou rougeâtre à petits grains.

Passage du granite au porphyre quartzifère entre Granges et Gérardmer.

On observe aussi un passage de ce genre dans la gorge de la Vologne, entre Granges et Gérardmer. Près de Granges, on trouve le granite commun à petits grains; plus haut, c'est un granite porphyroïde composé de feldspath rougeâtre, presque compacte, dans lequel sont disséminés des cristaux blancs lamelleux d'orthose et quelques petits cristaux d'albite rougeâtre. Ce granite contient beaucoup de quartz et beaucoup de mica noir. Enfin, à l'entrée de la gorge du côté de Gérardmer, on aperçoit un porphyre à pâte de feldspath compacte rougeâtre et à cristaux de feldspath blanc, renfermant des paillettes de mica noir verdâtre et quelques cristaux d'amphibole. Ce porphyre n'est autre chose qu'un état extrême du granite que traverse la gorge de la Vologne.

Environs de la Bresse.

En descendant de Lispach à la Bresse, ce n'est que dans la dernière demi-lieue qu'on rencontre des rochers en place. Ils sont formés d'un granite porphyroïde, passant au porphyre quartzifère à gros grains de quartz avec beaucoup de mica noir. En montant de la Bresse vers le lac des Corbeaux, on découvre un granite porphyroïde où le feldspath le moins cristallin est rouge. Ce granite passe çà et là à un porphyre rouge, qui contient des cristaux de feldspath disséminés et des grains de quartz, ainsi que des paillettes de mica noir et des aiguilles d'amphibole.

Composition du porphyre quartzifère.

La dernière limite de cette dégradation des granites porphyroïdes est le porphyre quartzifère. La pâte de cette roche a ordinairement une teinte pâle de couleur rouge ou grise, et les cristaux de feldspath sont opaques et de couleur blanchâtre, souvent très-gros. Il présente, de plus, des grains de quartz grisâtre, dont la forme approche souvent de celle d'une double pyramide à six faces; et, en outre, il renferme quelquefois du mica vert foncé en petite proportion[1].

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 52.

Filons de porphyre quartzifère dans le granite.

Quoique, à prendre la chose en masse, les granites porphyroïdes des Vosges passent au porphyre quartzifère et même à l'eurite, lorsque la diminution de leur grain parvient à sa limite, de telle sorte qu'il serait facile de faire une collection présentant d'une manière continue toutes les nuances de cette dégradation, il ne s'ensuit pas que chaque masse porphyrique ou euritique passe toujours au granite qui l'avoisine et qui l'encaisse, par une progression insensible des différents degrés de granulation. Souvent, au contraire, le porphyre ou l'eurite coupent nettement le granite sous forme de filons. Dans les vallées de Gérardmer, de la Bresse, de Rochesson, de la Croix-aux-Mines, etc., on aperçoit, à chaque pas, au milieu des granites, des dykes verticaux, à parois parallèles, d'eurite granitoïde et porphyroïde. Les plans du contact de ces roches et de celles qui les encaissent sont ordinairement très-réguliers, et polis comme s'ils avaient été pressés et frottés avec force [1].

Les eaux de la cascade nommée le Saut-du-Bouchot, près de Rochesson, roulent sur un filon d'eurite porphyroïde brunâtre, qui traverse, presque à angle droit, la crevasse dans laquelle le lit de la rivière est placé. Au Saut-des-Cuves, près de Gérardmer, on observe la même disposition, et, en descendant de cette cascade, vers le pont de Vologne, on rencontre plusieurs de ces filons qui barrent le cours du torrent.

En suivant la nouvelle route de Rochesson à Gérardmer, on trouve plusieurs filons de porphyre très-remarquables : celui de la roche des Ducs, que l'on voit s'élever au travers d'un granite blanc, à plus de 5 mètres au-dessus du niveau de la route, sur une largeur de 15 mètres environ, monte verticalement jusqu'au sommet de la roche; ceux qu'on distingue à la descente, du côté de Gérardmer, sont au moins aussi puissants et sont nettement dessinés, la coupure faite pour la construction de la route les ayant mis à découvert [2].

M. Combes, ingénieur en chef des mines, a eu occasion d'observer, dans les galeries de la mine de la Croix, la ligne de contact du porphyre quartzifère et du granite. Il a reconnu que le passage de l'une des roches à l'autre est subit, et que leur surface de contact est cahotée et donne, sur les parois, des lignes en zigzag analogues au trait de Jupiter des charpentiers [3].

On rencontre une grande masse de porphyre quartzifère dans le granite

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 326.

[2] *Id., ibid.*, pag. 327.

[3] Combes, *Notes inédites.*

syénitique de Sainte-Marie-aux-Mines; on le trouve aussi auprès de la houillère de Rodern, où il semble former une masse allongée dans le granite, et se fait remarquer par une suite de rochers saillants[1].

Rapports avec les porphyres quartzifères du Morvan et de la Bretagne.

Les porphyres quartzifères que je viens de décrire me paraissent avoir les plus grands rapports avec ceux des porphyres du Morvan, qui sont antérieurs au terrain houiller, et avec les porphyres quartzifères de la Bretagne. (Voyez ci-dessus chapitre II, p. 153, et chapitre III, p. 195.)

Porphyres sans quartz enchâssés dans le granite.

On rencontre encore, dans les gneiss et les granites, une autre variété de porphyre feldspathique : il a une pâte euritique grise ou gris rougeâtre; il renferme de grands cristaux de feldspath, dont les bords sont toujours d'un blanc laiteux opaque, et l'intérieur plus ou moins translucide et tirant sur le gris. On y voit aussi quelquefois des parties d'une autre substance analogue au feldspath, à cassure cireuse, mais moins dure, et ayant une teinte verdâtre ou rougeâtre. On y remarque, en outre, du mica brun peu abondant; mais il ne contient point de quartz, ce qui le distingue du précédent. Ce porphyre constitue des filons et des amas irréguliers dans le gneiss et le granite, et n'y est point en couches subordonnées. On l'observe ainsi dans le vallon de Lalaye, dans le val de Liepvre et ailleurs[2].

Les filons euritiques sont quelquefois métallifères.

Les filons euritiques qui traversent le granite sont quelquefois métallifères. Les filons de cuivre pyriteux et carbonaté de Facheprémont, au-dessus du lac de Retournemer, sont dans l'eurite compacte, qui forme là un filon puissant au milieu du granite; il en est de même du fer oligiste exploité un peu au-dessous, dans la vallée dite Basse-de-la-Mine[3].

Les diorites, et même les syénites, affectent souvent, par rapport au granite, un mode de gisement analogue à celui du porphyre quartzifère. Le granite de la Haute-Saône renferme des massifs ou des filons de *syénite*, de *porphyre*, de *diorite* et de *variolithe*[4].

Filons de trapp dans le granite.

Les granites des Vosges sont aussi traversés par des masses irrégulières ou des filons d'une roche compacte noirâtre, à laquelle on ne peut donner d'autre nom que celui de trapp, et qui n'est peut-être souvent qu'un diorite ou un hypérite à petits grains. Sur les flancs du Hohneck, vers Retour-

[1-2] Voltz, *Topogr. minéral. de l'Alsace*, p. 49.

[3] Rozet, *Description géologique de la région ancienne des Vosges*, pag. 47.

[4] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, pag. 376.



nemer, il y a un filon de trapp accompagné d'eurite rose compacte. Le trapp est tantôt compacte, tantôt boursouflé et celluleux : ce trapp s'élève, à travers les autres roches, jusqu'aux plus hautes sommités de la chaîne des Vosges (le pic du Rotaback[1]).

Toutes les masses que nous venons de décrire font partie du noyau central des Vosges; mais, au N. du val de Villé, les roches cristallines percent de nouveau les roches schisteuses, et forment un massif excentrique couronné par le large dôme du Champ-du-Feu. Ce massif, presque aussi haut, mais beaucoup moins large que l'ensemble des masses granitiques et syénitiques du midi des Vosges, en reproduit les traits principaux, avec quelques circonstances qui lui sont propres.

Massif granitoïde au nord du val de Villé.

Le granite, çà et là recouvert par des schistes, constitue la base des montagnes des environs de Sénones; il y est généralement à petits grains. On y rencontre quelquefois des aiguilles de tourmaline noire. Quelques autres roches cristallines s'y associent. Au midi de Sénones, près d'Étival, sur le chemin de Deyfosse, on trouve un diorite granitoïde remarquable par la netteté avec laquelle l'albite et l'amphibole y sont caractérisés, et par la grande quantité de fer oxydulé octaédrique qui y est disséminé en très-petits grains. Il renferme aussi des pyrites. A Raon-l'Étape, les montagnes de grès ont pour base un granite à assez gros grains, très-riche en quartz, qui est coupé par des filons d'un porphyre dioritique très-chargé d'amphibole. En s'avançant à l'E. vers Saales, le granite passe souvent à la syénite[2]. Cela se remarque particulièrement sur la crête, dite *le Faîte*, à l'O. de Saales. Le long de la route de Sénones à Saales, on voit ce granite syénitique passer au porphyre à pâte rouge; il est souvent coupé par des filons de granite à grains fins ou de diorite. Sur le versant oriental du Faîte, on observe près de Creuseny un diorite à petits grains, très-sonore sous le marteau.

Roches granitoïdes des environs de Sénones.

La même réunion d'éléments se présente avec plus de développement encore dans le massif du Champ-du-Feu. On rencontre le granite à Brüche, où il contient du mica vert hexagonal. De ce point, on peut le suivre sans interruption jusqu'aux environs de Waldersbach et de Rothau, et jusqu'au Champ-du-Feu. Il forme toute la crête entre la vallée de la Brüche et celle du Klingenthal jusqu'à Grendelbruch. Dans ce massif, le granite est d'un

Roches granitoïdes du Champ-du-Feu.

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 118 et 336 [2] Viquesnel, *Notes inédites*.

grain variable; il est souvent porphyroïde. Près de Grendelbruch, il passe à un porphyre rouge, remarquable par la grosseur des grains de quartz bipyramidé qu'il renferme. En quelques points, près de Belmont et de Waldersbach et au N. E. de Schirmeck, le granite présente des aiguilles d'amphibole et passe insensiblement à la syénite, quelquefois porphyroïde, et souvent au porphyre rouge quartzifère. On observe de belles variétés de syénite porphyroïde à Neuviller et à Natzviller[1], ainsi que sur la crête au N. E. de Schirmeck. On en rencontre, au Champ-du-Feu et près de Grendelbruch, qui passent insensiblement à un porphyre feldspathique sans quartz[2]. On trouve de l'épidote vert (pistazite), en petites parties, dans les porphyres et les syénites des environs de Grendelbruch et du Champ-du-Feu[3]. Le granite du Champ-du-Feu contient beaucoup de massifs et même de filons d'un granite particulier, à grains très-fins, de feldspath grenu passant au leptynite, de syénite, de porphyre, de diorite et d'amphibolithe[4]. La syénite y constitue aussi quelquefois des filons.

Nombreuses variétés qu'elles présentent.

M. Oberlin remarquait dès 1806 que le granite, la syénite, le porphyre, le diorite, l'amphibolithe, offrent, dans le Ban-de-la-Roche, les nuances les plus variées. Il ajoutait que, près de Zollbach et de Fondrup, le granite renferme des nids de syénite, et la syénite, des veines de granite[5]. M. Daubrée, ingénieur des mines à Strasbourg, et professeur de minéralogie et de géologie à la faculté des sciences de cette ville, a confirmé l'ancienne et curieuse remarque de M. Oberlin, et m'a assuré avoir reconnu que le granite du massif du Champ-du-Feu, qui, dans certains endroits, passe à la syénite, forme quelquefois des réseaux de veines au milieu de cette même roche. Les diorites, les eurites quartzifères et les eurites micacés ont paru à M. Daubrée présenter un enchevêtrement très-compliqué. Il a aussi trouvé dans ce massif la roche d'hyperstène (*hypérite*). La presque totalité de ces roches, n'étant pas communément en relation avec le relief du sol, lui semblent avoir été intercalées les unes dans les autres avant le soulèvement principal[6].

Liaison intime de la syénite et du granite.

Immédiatement derrière Belmont, se montre un diorite très-compacte

Nombreux filons de diorite.

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 133.

[2] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 47.

[3] *Id.*, *ibid.*, pag. 5 et 47.

[4] *Id.*, *ibid.*, pag. 45.

[5] Oberlin, *Description du Ban-de-la-Roche*, Strasbourg, 1806, pag. 39.

[6] Daubrée, *Notes inédites.*

et de couleur très-sombre, quelquefois porphyroïde, qui paraît former des filons dans le granite. La roche est quelquefois presque noire et semblable à un trapp. Quelquefois les filons n'ont qu'un pied de puissance; ailleurs ils ont 20 pieds et plus. Le granite qu'ils traversent ne change pas à leur contact. En quelques points, ces filons sont très-nombreux; ailleurs ils manquent tout à fait. Les filons de diorite deviennent de plus en plus fréquents et plus puissants à mesure qu'on approche de la première terrasse du plateau : cette première terrasse est presque entièrement composée de diorite et de porphyre dioritique. Mais les filons de ces deux roches disparaissent de nouveau lorsqu'on parvient sur le Champ-du-Feu proprement dit, où l'on ne rencontre qu'un granite à petits grains et pas un seul filon de diorite [1].

Granites de Breitenbach et du haut de la vallée d'Andlau.

Sur la pente S. E. du Champ-du-Feu, le granite s'avance jusqu'auprès du village de Breitenbach, qui est rempli de blocs de granite à grain moyen, à feldspath blanchâtre ou rougeâtre, à mica vert hexagonal, avec quelques aiguilles d'amphibole. Ce granite contient des taches anguleuses ou des fragments à demi fondus, d'un grain plus fin que la masse, mais d'une composition analogue. Le même granite s'étend aussi jusqu'au col de Hohwald, qui conduit de Breitenbach dans la vallée d'Andlau, et il forme le haut de la vallée d'Andlau, notamment les pentes exposées à l'E., sur lesquelles sont situés Zuntchutt et Neumelkerey, et celles de la plus grande partie du bassin où se trouvent Howald et la scierie de Barr. Dans ce dernier canton, le granite est à grain moyen et non porphyroïde. On y distingue deux variétés de feldspath d'un blanc plus ou moins verdâtre, dont l'une, qui est lamelleuse et d'un éclat nacré, présente, d'une manière très-décidée, les caractères du feldspath albite. L'autre variété, qui offre une teinte verte très-prononcée, ne laisse apercevoir que quelques clivages peu distincts. Le quartz de ce granite est d'un gris quelquefois rosé. Le mica y est noir ou verdâtre, et souvent en plaques hexagonales nettement terminées. Ce granite est quelquefois un peu amphibolique, notamment près du barrage de flottage au-dessous des scieries de Barr. Près d'une chapelle bâtie nouvellement au fond du bassin dont nous parlons, près du point de concours de plusieurs vallons, le granite est coupé par des filons de diorite à gros et à petits grains.

Le granite qui du Champ-du-Feu s'avance vers le col de Hohwald et vers

[1] Von Oeynhausen, von Dechen und von Laroche, *Umrisse der Rheinländer*, pag. 168.



Filons qu'ils poussent dans les schistes.

la vallée d'Andlau, s'y termine promptement au contact des schistes; mais il pousse dans ces schistes de nombreux filons où le granite, prenant souvent un grain beaucoup plus fin, passe à l'état d'eurite bleuâtre ou jaunâtre, quelquefois pyriteux. Ces filons, qui rappellent les célèbres filons de granite du *Glen-Tilt* en Écosse, produisent dans les schistes des changements de texture. Quelquefois ces derniers deviennent compactes et semi-cristallins, et ressemblent alors complétement au hornfels du Hartz. D'autres fois aussi ces schistes deviennent maclifères, comme ceux de la Bretagne (voyez chap. III de cet ouvrage, pag. 206) et du pic du midi de Bigorre (chapitre XVI). On voit beaucoup d'exemples de ces filons de granite et des modifications qu'ils déterminent dans les schistes en descendant la vallée d'Andlau.

Roches euritiques qui pénètrent dans les schistes aux environs de Schirmeck.

Sur le revers opposé du groupe du Champ-du-Feu, des roches euritiques et autres dégradations des belles roches éruptives du massif central ont de même traversé les roches sédimentaires; mais elles s'y prolongent beaucoup plus loin et avec de plus nombreuses modifications. Nous avons déjà dit que le calcaire de Schirmeck est coupé par des filons de diverses roches éruptives. On y remarque particulièrement un filon de porphyre à base de pétrosilex rouge, rempli de cristaux d'un albite verdâtre pareil à celui des granites du haut de la vallée d'Andlau et des environs d'Andlau et de Barr. On y trouve aussi beaucoup de paillettes de mica vert. Ce porphyre forme un filon de 6 à 8 mètres de puissance, dirigé du N. 30° O. au S. 30° E., qui occupe les couches calcaires sans les altérer.

Les environs de Schirmeck sont pénétrés, en beaucoup de points, par des eurites verdâtres parsemés de nombreux grains de quartz hyalin et dans lesquels on distingue des cristaux de feldspath. Ces eurites sont souvent verts, couleur qui paraît leur être donnée par la dissémination d'un grand nombre de petites paillettes de mica vert. Dans quelques cassures, on observe des taches d'une autre couleur ou au moins d'un autre ton que le reste : elles rapprochent ces roches des porphyres quartzifères bréchiformes qui, à Lessines et à Quenast, en Belgique, percent, comme ici, à travers les schistes.

Ces roches forment même, souvent, le ciment ou la pâte de roches arénacées, et notamment de poudingues très-remarquables [1]. Cela se voit

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 51.

très-bien aux environs de Schirmeck, de Russ et de Viche. En descendant des carrières de calcaire de Schirmeck vers la Brüche, on trouve un poudingue dont la pâte est verdâtre, compacte, fusible en verre brun verdâtre, et a toute l'apparence d'un pétrosilex quartzifère : cependant, en quelques points, elle devient grenue et semble passer à la grauwacke. Les galets qui s'en séparent avec la plus grande netteté et très-facilement sont souvent d'une nature peu différente. Quelques-uns, néanmoins, sont granitiques; d'autres sont noirs et composés de kiesel-schiefer. Un grand nombre sont gros comme une noisette, et plusieurs le sont beaucoup plus.

Poudingues à pâte euritique.

Les roches de la formation porphyrique descendent jusqu'au niveau de la Brüche. Sur la rive gauche de cette rivière, on voit reparaître le poudingue dont je viens de parler. Dans certains échantillons, les galets sont très-abondants; dans d'autres, ils ne constituent qu'une très-petite partie de la masse, et la pâte offre alors quelques cristaux feldspathiques blancs.

Au-dessous de Schirmeck, le long de la route de Strasbourg, on observe une association curieuse de roches porphyriques, de schistes argileux, et d'une brèche particulière à base porphyrique, avec gros fragments d'un calcaire présentant quelques traces de fossiles de transition, et qui sont la plupart altérés par un passage à l'état grenu. C'est une salbande de débris qui existe sur les deux côtés d'un filon porphyrique d'une puissance de 12 à 15 mètres, et courant du N. E. au S. O.[1]. Sur la rive droite de la Brüche, à la hauteur de Viche, on aperçoit encore un poudingue à pâte et à fragments de roches pétrosiliceuses.

On rencontre aussi, près de Schirmeck, des diorites bien caractérisés et des porphyres dioritiques qui, par la disparition des cristaux d'albite, se réduisent souvent à une pâte homogène plus ou moins compacte, généralement d'un gris noirâtre ou verdâtre, et parfois d'un gris blanc, et qui, comme l'a remarqué M. Calmelet[2], offrent l'aspect des cornéennes et du pétrosilex. La base de ces roches paraît être un albite compacte intimement mélangé d'une proportion plus ou moins considérable d'amphibole vert, et, par conséquent, approchant plus ou moins de la pâte des porphyres dioritiques. Sa couleur est ordinairement foncée et a toujours

Diorites des environs de Schirmeck.

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, 1834-1835, t. VI, pag. 42.

[2] Calmelet, *Journal des mines*, t. XXXV, pag. 250.

une nuance verdâtre. Elle fond tantôt en émail blanc, tantôt en émail blanc tacheté de noir, tantôt enfin en émail noir. Souvent on y distingue, à l'œil, de petits cristaux d'albite qui ont quelquefois la couleur de la pâte. Dans certains cas, les cristaux d'albite acquièrent une longueur de 2 à 3 millimètres et deviennent très-nombreux: la roche est alors un porphyre dioritique bien caractérisé.

Près d'Urmatt, dans un vallon latéral, sur le flanc gauche de la vallée de la Brüche, on voit des rochers formés d'une roche d'un vert grisâtre sale, qui paraît être un diorite dans lequel la base feldspathique domine beaucoup. La cassure est finement esquilleuse, quelquefois un peu grenue, et alors on y aperçoit quelques petits grains de quartz. Sur le flanc droit de la vallée de la Brüche, on rencontre aussi ce même diorite; mais il passe souvent à un porphyre dioritique renfermant un mélange de cristaux de feldspath blanc et rouge, peut-être aussi un peu d'amphibole hornblende. La roche présente quelque tendance à la schistosité; mais elle est trop fendillée pour que la schistosité puisse s'y développer distinctement[1].

Près de Lutzelhausen, un rocher saillant de diorite grenu et porphyroïde, extrêmement fendillé, s'avance dans la vallée de la Brüche, et la route y est taillée[2].

Dans les rochers qui dominent Schirmeck, du côté de l'E., on observe une roche à pâte de pétrosilex ou de diorite à petits grains, avec fragments anguleux de même nature. Plus à l'E. et plus près encore de la base des montagnes granitiques, on trouve un porphyre à pâte de pétrosilex ou de diorite à petits grains, avec petits noyaux calcaires mal formés, que l'action de l'atmosphère détruit, ce qui produit une roche celluleuse. La montagne au N. de Schirmeck se compose aussi, en partie, de diverses variétés de porphyres dioritiques et de pétrosilex : et on y remarque, en particulier, une brèche verte, dont les fragments anguleux se détachent sur la pâte par une teinte différente.

Vers la partie supérieure du revers oriental de la montagne, on a ouvert plusieurs carrières de pierre à chaux sur un calcaire dont nous avons déjà parlé, et dont certaines parties, terminées par des contours dentelés

[1-2] Von Oeynhausen, von Dechen und von Laroche, *Umrisse der Rheinländer*, t. I, pag. 143, 1825.

et irréguliers, particulièrement les parties superficielles, sont à l'état de dolomie grenue, résultat évident d'une épigénie liée probablement à l'apparition des filons de roches éruptives dont le calcaire est traversé. Tout près de la carrière, on voit affleurer la brèche verte.

Sur la route de Schirmeck à Framont, le terrain schisteux est pénétré par diverses variétés de porphyres quartzifères qui renferment des cristaux feldspathiques et des pyrites, et qui passent tantôt à un pétrosilex verdâtre, tantôt à un granite à petits grains très-chargé de mica vert : on y trouve aussi en abondance des diorites et des porphyres dioritiques. A Vachenbach, on remarque un diorite à très-petits grains d'un vert sombre, qui fond en un globule brun. On y voit aussi une brèche dioritique verte.

Le même assemblage de roches constitue les environs de Framont, où le terrain est principalement composé de roches vertes fendillées, dont les unes sont des diorites ou des pétrosilex verdâtres quartzifères, et les autres des schistes argileux endurcis où l'on observe des amas stratifiés de calcaire et de grauwacke. Environs de Framont.

En suivant la route qui monte vers la base des rochers de grès du Donon, on rencontre, presque en face du vallon des Minières, un diorite grenu où l'amphibole est lamelleux et bien distinct, et domine souvent à tel point que la roche passe à l'amphibole grenu. Un peu plus haut, on aperçoit un diorite grenu où l'albite domine beaucoup, et ensuite, vers le milieu de la montée, un porphyre feldspathique parsemé de grains cristallins de quartz : il est de couleur brune, contient de nombreux grains de pyrite, et présente une division polyédrique très-prononcée.

Vers le point culminant de la route, au pied des escarpements de grès, on trouve un diorite grenu sur lequel reposent directement les premières couches arénacées. Lorsqu'on commence à descendre à l'O. du côté de Raon-sur-Plaine, on découvre un schiste argileux, compacte et rubané, nuancé de brun verdâtre et de rouge, dont l'aspect, analogue à celui du jaspe ou de la porcelanite, atteste l'action des diorites.

A Framont, dans le vallon des Minières, et particulièrement vers le haut de ce vallon, on rencontre diverses variétés de porphyres feldspathiques : j'en ai remarqué un qui renferme des grains de quartz et des cristaux d'albite rougeâtre et d'amphibole; il ressemble à celui qui forme un filon dans



le calcaire de Schirmeck. On y trouve aussi des diorites et des porphyres dioritiques.

M. Ignace Domeyko, professeur de chimie, de minéralogie et de géologie à Coquimbo, au Chili, a recueilli à Framont des échantillons dans lesquels le porphyre dioritique est encore soudé au calcaire, qu'il a rendu blanc et saccharoïde en le traversant sous forme de filon[1].

On voit aussi à Framont des dolomies, qui alternent en masses stratiformes avec les schistes argileux, et se dessinent à la surface du terrain suivant des arêtes dentelées[2]. Ces dolomies, qui sont connues sous le nom de *chaux grise* ou de *castine sauvage*, sont exploitées dans plusieurs carrières. Elles présentent, en quelques points, des paillettes de fer oligiste, et, ce qui est surtout digne d'attention, elles contiennent des fragments de porphyre de granite altéré.

Enfin il existe à Framont des amas de fer oligiste et de fer hématite, qui sont depuis longtemps l'objet d'importantes exploitations. D'après les observations de M. Voltz et de M. de Billy, ces amas sont disposés avec une symétrie assez remarquable autour d'une masse porphyrique. Ils viennent d'être décrits, ainsi que ceux de Rothau, avec la plus grande précision, dans un travail encore inédit de M. de Billy, auquel nous ne pouvons que renvoyer nos lecteurs.

Les roches d'origine éruptive qu'on observe aux environs de Framont sont enchevêtrées d'une manière compliquée avec les roches schisteuses, les grauwackes et les calcaires du système ancien développé précédemment. Elles les ont fréquemment modifiées, et, à l'exception des calcaires et des dolomies, qui sont gris ou blancs, les autres roches sont presque toujours vertes, souvent presque compactes, et quelquefois assez difficiles à distinguer des roches éruptives. Ces diverses roches sont en elles-mêmes très-tenaces; mais elles sont pénétrées d'une multitude de fissures qui s'opposent souvent à ce que l'on puisse produire avec le marteau une cassure fraîche, qui masquent la stratification, et qui les font se partager naturellement en fragments pseudo-réguliers : d'où il résulte que toutes les pentes un peu rapides ne sont que des talus de ces fragments. Le tout a été colorié, sur la carte géologique, comme terrain de transition ancien et indéterminé,

[1] Ignace Domeyko, *Notes inédites*.

[2] *Bulletin de la Société géologique de France*, 1834-1835, t. VI, pag. 44.

parce que la petite étendue superficielle de chaque masse de roches éruptives a mis dans l'impossibilité de les figurer toutes individuellement.

Massif du Champ-du-Feu circonscrit par les montagnes de grès.

Les roches cristallines dont nous venons de parler, jointes aux roches schisteuses à travers lesquelles elles s'élèvent et que nous avons déjà décrites, s'avancent en pointe vers le N., au milieu des montagnes de grès qui les circonscrivent presque de toutes parts. Elles constituent un ensemble de proéminences à la fois arrondies et rocailleuses, dont l'aspect contraste fortement avec celui de la ceinture de montagnes de grès qui les environne : circonstances bien en harmonie avec la dénomination de *Ban-de-la-Roche* (*Steinthal*), qu'on donne à la partie de la vallée de la Brüche qui s'y trouve renfermée. Les roches granitoïdes, qu'on peut considérer comme l'axe de ce système, forment, sur la rive gauche de la Brüche, une crête arrondie dirigée du S. au N., dont le point culminant est le *Champ-du-Feu*. A partir de la crête du Champ-du-Feu, la surface ondulée du terrain ancien s'abaisse graduellement vers le N. O. et le N. Elle se perd aux environs de Framont et de Grendelbruch, sous le dépôt du grès des Vosges qui compose les cimes des Hautes-Chaumes de Framont et du Donon, et qui entoure le Ban-de-la-Roche comme un retranchement d'une forme parabolique, que la Brüche franchit dans une tranchée profonde au moment où elle se détourne vers l'O. pour déboucher dans la plaine du Rhin et se diriger vers Strasbourg.

Points où se montrent les roches anciennes dans le nord des Vosges.

On n'aperçoit que très-rarement les terrains anciens dans la partie des Vosges qui est au N. du Ban-de-la-Roche. Les vallées qui débouchent dans la plaine du Rhin, à Reischoffen, à Wissembourg et à Landau, les mettent seules à découvert à leur entrée.

Gneiss et porphyres d'Albretschweiler.

Au-dessus de Landau, à Albretschweiler, près du point où cessent les montagnes de grès, on voit paraître au bord de la vallée une masse de gneiss traversée par un filon de porphyre quartzifère.

Schistes de Weiler.

A une lieue environ au-dessus de Wissembourg, près de la chapelle de Weiler, qui marque presque exactement la frontière de la France, le fond de la vallée de la Lauter entame un schiste argileux d'un brun rougeâtre, contenant beaucoup de paillettes de mica et des cristaux imparfaitement terminés, qui sont probablement des macles.

Granite de Jægerthal.

A une lieue au-dessus de Reischoffen, au pied de la montagne de Wind-

44.

stein, qui s'élève au-dessus de la forge de Jœgerthal, le fond de la vallée de cè nom est creusé dans de belles roches granitoïdes, dont le contraste avec les grès qui les surmontent a frappé depuis longtemps les observateurs[1]. Les échantillons que j'y ai recueillis en 1821, avec mon collègue M. Aug. Duhamel, présentent un granite renfermant du feldspath rougeâtre ou jaunâtre, de l'albite blanc très-brillant, et de nombreux grumeaux de quartz. Ce quartz, qui, dans beaucoup de parties, est rosé et offre même des points d'une couleur carmin très-foncée, a une cassure vitreuse éclatante, et donne à la roche un aspect particulier qui rappelle complétement le granite d'Andlau. Des paillettes de mica noir et de nombreuses aiguilles d'amphibole y sont disséminées. On y trouve parfois du sphène[2]. Ces granites syénitiques sont traversés par un filon de porphyre sans quartz.

Ce massif de roches granitoïdes, bien plus petit encore que celui du Champ-du-Feu, perce probablement, comme lui, un système de roches schisteuses dont celles qu'on voit paraître dans la vallée de la Lauter, au-dessus de Wissembourg, sont, pour ainsi dire, un échantillon. Mais, toutes ces roches anciennes étant ici presque complétement cachées par le grès des Vosges, auquel elles servent de support, on ne peut faire que des conjectures sur les relations mutuelles dans lesquelles elles se trouvent.

Terrain porphyrique particulier dans le midi des Vosges.

Nous avons encore à revenir dans la partie méridionale des Vosges pour décrire un des groupes de roches les plus importants qui s'y observent. Plusieurs des montagnes comprises dans le groupe des ballons, au lieu d'être formées de syénite comme les ballons de Servance et de Giromagny, ou de granite comme les montagnes arrondies situées encore plus au N., appartiennent, en tout ou en partie, à un terrain porphyrique très-remarquable, dont nous allons essayer de donner une idée.

Roches qui forment la cime du ballon de Guebwiller.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, le ballon de Guebwiller, qui est la cime la plus élevée des Vosges, est supporté par un piédestal de granite porphyroïde à grain moyen. Cette roche enveloppe la base du ballon, comme une écharpe, du côté de l'E., du S. et de l'O. On la voit affleurer jusqu'à une grande hauteur sur ses pentes, lorsqu'on y monte par l'E. ou par le S., soit de Rimbach, soit de Moosch, soit de Saint-Amarin; mais, en approchant de la cime, on rencontre des roches d'une nature toute différente, avec les-

[1] Calmelet, *Journal des mines*, t. XXXV, pag. 249. 1814.
[2] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 46.

quelles le granite n'a aucun genre de liaison. La mieux caractérisée a pour base un pétrosilex d'un gris verdâtre, à cassure finement esquilleuse, très-dur, très-tenace, et dont les agents atmosphériques n'altèrent que la surface jusqu'à la profondeur de quelques millimètres seulement. Ce pétrosilex devient quelquefois légèrement grenu, et contient alors beaucoup de petits grains de quartz et quelques lamelles feldspathiques. Souvent il devient porphyroïde, et renferme alors de petits cristaux mal terminés d'albite blanc, quelques grains de quartz et de petites tables de mica.

Nous allons retrouver successivement cette roche dans un grand nombre de localités; nous la verrons tantôt conserver sa teinte bleuâtre, tantôt prendre une teinte brune. Il me serait assez difficile de préciser en quoi, dans le premier cas, elle diffère des variétés bleuâtres du porphyre rouge quartzifère: en effet, on sait que ce porphyre renferme souvent des cristaux d'albite. Il est cependant certain qu'il existe une différence: car, 1° le quartz est beaucoup plus rare dans la roche que nous décrivons que dans le porphyre quartzifère ordinaire; 2° la nuance bleuâtre qu'elle présente n'est pas celle qu'offre quelquefois le porphyre quartzifère ordinaire, et, lorsqu'elle perd cette teinte bleuâtre, elle devient constamment brune ou jaunâtre au lieu de devenir rouge de brique. Par suite de cette dernière circonstance, je nommerai la roche qui nous occupe *porphyre brun*, dénomination qui est en correspondance exacte avec celle de *porphyre rouge* donnée au porphyre rouge quartzifère ordinaire : l'une et l'autre couleur n'étant, suivant toute apparence, que les effets d'altérations du même genre. Porphyre brun.

Je ne serais pas étonné qu'un examen comparatif, auquel je n'ai pu me livrer jusqu'à présent, conduisît à identifier les *porphyres bruns* avec les *porphyres granitoïdes* du Forez, dont il a été question dans le chapitre II, page 130, et qui ont été soigneusement distingués, par M. Gruner[1], des porphyres quartzifères auxquels passent les granites du Forez et du Morvan aussi bien que ceux des Vosges. Déjà M. Dufrénoy, dans son Mémoire sur le plateau central de la France, avait rapproché les porphyres du Forez de ceux des Vosges[2]. Les porphyres bruns des Vosges sont compris, par M. Thirria, dans le groupe des porphyres de transition[3].

[1] Gruner, *Notes inédites.*

[2] Dufrénoy, *Annales des mines*, 2e série, t. III, pag. 43; et *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. Ier, pag. 252.

[3] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, pag. 364.

Il est souvent bréchiforme.

Le *porphyre brun*, soit qu'il soit réellement porphyroïde ou qu'il se réduise à la structure compacte par la disparition des cristaux d'albite, est souvent bréchiforme, c'est-à-dire formé de fragments anguleux de pétrosilex porphyroïdes renfermés dans une pâte pétrosiliceuse, qui ne diffère des fragments que par des nuances dans la couleur et dans la texture.

Diverses variétés de ces pétrosilex porphyroïdes et souvent bréchiformes composent tout le dôme du ballon; l'entonnoir du lac du Ballon, sur la pente septentrionale de la montagne, y est entaillé dans son entier, et ce massif fait lui-même partie d'un ensemble beaucoup plus considérable, qui couvre une grande surface au N. de la vallée de Saint-Amarin, où il est circonscrit par le granite. La limite du terrain porphyrique s'étend du pied oriental du ballon à Munster, et de Munster à Wildenstein et à Felleringen; elle embrasse le Petit-Ballon ou Kahlen-Wassen, au N. de la vallée de la Lauch, et le col de Steinlebach, situé entre la vallée de la Lauch et celle de la Thur. Il n'est pas sans intérêt de suivre, dans cet espace, les variations de structure des roches du terrain porphyrique.

Porphyre brun dans la vallée de la Lauch.

Lorsqu'on descend du col de Steinlebach à Lautenbach, village bâti sur le granite dans la vallée de la Lauch, on marche presque constamment sur le système de roches dont nous nous occupons. Le col est couvert d'une pelouse au bord de laquelle on rencontre un chalet nommé *Grün-Hütten*, placé à l'entrée de la forêt qui revêt les pentes jusque sur les bords de la Lauch. Dans cette forêt, on voit affleurer diverses variétés de pétrosilex quartzifère, avec cristaux d'albite. Il présente une teinte d'un gris verdâtre sombre, plus ou moins foncée. Cette teinte devient jaune à la surface par un commencement d'altération qui rend le grain plus distinct. On remarque çà et là, dans la pâte feldspathique, des taches rougeâtres où la texture est très-compacte et la cassure finement esquilleuse. Des grains de pyrite y sont disséminés. La roche est souvent bréchiforme, et contient même des noyaux arrondis d'une substance pétrosiliceuse noirâtre. Elle est traversée par de petits filons calcaires. En atteignant le fond de la vallée, on y trouve, au-dessus de Nieder-Lauchen, une cluse et une cataracte occasionnées par des rochers de la même nature. On observe aussi des couches de schistes argileux plongeant, au N. 20° E., de 60°; elles paraissent enchâssées dans les roches porphyriques, qui se continuent jusqu'à Saint-Nicolas.

Dans la vallée de Claubach.

Si du col de Steinlebach on se dirige du côté opposé, c'est-à-dire vers

Grüth, dans la vallée de la Thur, en suivant le vallon de Claubach, on descend d'abord une pente longue et rapide, sur laquelle on aperçoit diverses variétés de roches du système du porphyre brun, qui, plus bas, dans le vallon, se présente çà et là en rochers à surface rocailleuse et irrégulière : les mieux caractérisées de ces roches sont un porphyre quartzifère à cristaux d'albite, un peu micacé, souvent bréchiforme. Quelquefois elles renferment de petits nodules calcaires et deviennent celluleuses par décomposition. On voit, en plusieurs points, les schistes argileux et les grauwackes, dont nous avons déjà parlé plus haut, paraître dans le fond du vallon, au-dessous du terrain porphyrique, par lequel ils semblent souvent bouleversés.

Système du porphyre brun dans la vallée de la Thur.

Le flanc oriental de la vallée de la Thur est formé par le terrain porphyrique depuis Grüth jusqu'au col de Rotaback, qui conduit dans la vallée de Munster. En remontant de Grüth vers la verrerie de Wildenstein, et de là vers le col de Rotaback, on trouve la route bordée très-fréquemment, à l'E., par des rochers de porphyre brun à petits cristaux d'albite et à très-petits grains de quartz, passant à un pétrosilex bréchiforme, verdâtre, qui contient encore de petits grains de quartz.

Au-dessous de Grüth, jusqu'à Saint-Amarin, Moosch et Bitschwiller, le flanc gauche de la vallée de la Thur continue à être occupé par le terrain pétrosiliceux dont il est question, à l'exception de quelques points où des schistes et le granite de la base du ballon de Guebwiller se font voir au-dessous. Les roches porphyriques paraissent constituer un large gâteau tuberculeux sur la surface des granites et des schistes à travers lesquels elles se sont probablement épanchées.

Telle est aussi à peu près la constitution du flanc droit ou méridional de la vallée de la Thur au-dessous de sa jonction avec le vallon qui descend du col de Bussang, ainsi que de tout le rameau des Vosges qui sépare la vallée de la Thur, ou de Saint-Amarin, de celle de la Doller, ou de Massevaux.

Les deux cimes principales qui couronnent ce rameau, le Gresson et le Rossberg, présentent des roches assez remarquables du système du porphyre brun.

Système du porphyre brun au Gresson.

La cime gazonnée du Gresson est formée par un pétrosilex porphyroïde, bleuâtre, à cristaux blancs d'albite. Des parties assez étendues de cette roche contiennent des nodules de calcaire blanc spathique, à sur-



faces contournées, mais allongées toutes à peu près dans le même sens: c'est alors une véritable roche amygdaloïde. Quand ces nodules calcaires viennent à disparaître par l'action des agents extérieurs, la roche prend complétement la structure d'une scorie. Ces roches pétrosiliceuses sont associées à une grauwacke très-feldspathique, et cette dernière se lie à des schistes argileux noirâtres qui, en certains points, deviennent compactes et prennent un aspect feldspathique; on y observe même des couches d'un pétrosilex bleuâtre. Quelquefois, sans cesser d'être schisteux, ces schistes sont remplis de globules ou de cristaux imparfaitement terminés de feldspath, qui leur donnent un aspect porphyroïde.

Système du porphyre brun au Rossberg.

Le Rossberg est un dôme gazonné qui présente de toutes parts un profil arrondi. Il est formé de roches du système du porphyre brun, et principalement de porphyre accompagné de grandes masses de conglomérats auxquels il se lie intimement. Ici, comme au Gresson, les porphyres passent quelquefois à de belles amygdaloïdes.

Entre Thann et Massevaux.

Ce système de roches porphyriques se développe, de la manière la plus complète, dans les montagnes entre lesquelles la vallée de Saint-Amarin et de Thann et celle de Massevaux débouchent dans la plaine du Rhin. Aux environs du col qu'on traverse entre Bitschwiller et Ober-Burbach, près de Faschlebach, on voit saillir diverses protubérances porphyriques, parmi lesquelles on en distingue qui sont composées d'un porphyre à pâte d'un rouge brun et à grands cristaux d'albite blanchâtre. A peu de distance au N. O., au-dessus de la ferme nommée *la Boutique*, on aperçoit une masse conique formée d'un porphyre rouge de brique, dont la pâte renferme, d'après M. Rozet, beaucoup d'amphibole vert.

Ces roches porphyriques se rattachent, par leur partie supérieure, à des dépôts sédimentaires très-remarquables.

En descendant du col vers Ober-Burbach, on rencontre une grauwacke à grains fins, passant à une wacke verdâtre, intercalée au tuf porphyrique. En montant des bords du ruisseau à l'église d'Ober-Burbach, on découvre une grauwacke noirâtre, à grains fins, divisée en un grand nombre de couches minces, qui plongent, à l'E. 30° S., de 50°. Entre Ober-Burbach et Nieder-Burbach, il existe un gisement d'anthracite qui a donné lieu à un commencement d'exploitation.

En descendant du même col, par le sentier qui conduit à Bitschwiller,

on observe un petit affleurement de schiste noir, luisant, anthraciteux, au milieu de conglomérats porphyritiques à petits grains, et de pétrosilex bleuâtres; au-dessus, se trouve un affleurement de grauwacke à petits grains, qui se délite en fragments anguleux irréguliers, et contient aussi des empreintes végétales : cette grauwacke à grains fins n'est que la limite de finesse du conglomérat, ou le pétrosilex non solidifié. Au pied du col, on remarque un porphyre avec de nombreux grains de quartz et des cristaux blancs évidemment albitiques.

Système du porphyre brun aux environs de Thann.

La colline, couverte de vignes, qui sert de base au vieux château de Thann, immédiatement au N. de cette ville, est formée par un porphyre, à pâte d'un rouge brun, presque dépourvu de quartz, et rempli de petits cristaux d'albite rougeâtres et de parties vertes, qui semblent être, ou de l'amphibole, ou du mica vert, imparfaitement cristallisés. Ce porphyre, qui me paraît analogue au précédent, est accompagné de conglomérats très-grossiers, composés de ses propres fragments solidement cimentés par une pâte de même nature. On voit ce conglomérat à découvert dans le lit de la Thur, sous les murs mêmes de Thann. Le même porphyre se montre encore dans le vallon de Steinbach au N. E. de Thann. Il semble former la base des montagnes porphyriques de tout ce canton.

Rochers et carrières de Thann.

Les escarpements qui font face à Thann vers le midi sont un des points où on peut prendre l'idée la plus exacte du porphyre brun albitique, sous le rapport de sa composition et de ses passages à des roches arénacées. Ils présentent, vis-à-vis de la grande fabrique de M. Schlomberger, à l'entrée occidentale de la ville, des rochers à pic et plusieurs carrières, dans lesquels on aperçoit une masse de porphyre à pâte feldspathique d'un brun clair, à cassure esquilleuse, remplie de petits cristaux blancs d'albite très-bien caractérisés. Ils sont accompagnés de mica verdâtre peu distinct et de pyrites. En quelques points, cette roche renferme, comme sur les cimes du Gresson et du Rossberg, un grand nombre de petits noyaux calcaires qui en font une véritable variolithe, et la rendent susceptible de devenir celluleuse par l'action des agents extérieurs. Quelquefois ce porphyre est très-distinctement fragmentaire; ailleurs, les fragments se fondent dans une pâte, d'où résulte une roche tigrée que M. Rozet a nommée diorite suborbiculaire. Cette dénomination me semble inexacte sous plusieurs rapports, et, en particulier, en ce que l'amphibole est trop rare dans cette

roche (si même il y existe) pour qu'elle puisse être qualifiée de diorite.

La roche, en s'éloignant des parties où la structure cristalline domine, prend les caractères d'une roche arénacée et souvent même l'apparence d'une grauwacke, et elle présente des débris végétaux. Dans un escarpement le long de la route, on voit une couche verticale, de 2 mètres de puissance, dirigée à l'O. 5° S., composée de grauwacke bien distincte, avec *veines charbonneuses,* minces et sinueuses. De part et d'autre, cette grauwacke paraît se lier au porphyre. A l'extrémité occidentale de la série de rochers qui fait face à Thann vers le S., à côté de la carrière la plus occidentale, on trouve un conglomérat de porphyre brun albitique, qui passe à une grauwacke à grains fins, et ensuite au pétrosilex.

Ce phénomène d'un passage continuel du porphyre au conglomérat grossier, de celui-ci à une roche arénacée à grains fins, contenant des restes végétaux, et de cette dernière à un pétrosilex dans lequel les mêmes débris végétaux subsistent encore, est le trait le plus curieux de la formation que nous examinons. On l'observe parfaitement dans les vallons qui entament le massif du Mulchren situé entre Thann et Sultz, et dont la base borde la vallée de la Thur, de Bitschwiller à Thann, et de Thann à Steinbach, près de Cernay.

Vallon de Thann.

Sur la crête, entre le vallon de Steinbach et celui de Thann, il existe un porphyre brun quartzifère, en grandes masses, quelquefois rougeâtres; et le vallon de Thann, en descendant vers cette ville, est toujours creusé dans le système du porphyre brun, souvent bréchiforme, passant à un conglomérat porphyritique à petits grains, qu'on distinguerait difficilement du porphyre s'il ne renfermait quelques galets. On rencontre dans ce système un schiste noir luisant, contourné, formant des couches de plusieurs pieds d'épaisseur dans une grauwacke qui passe au pétrosilex. Un peu plus bas, se trouve une grauwacke presque transformée en porphyre, avec de petites parties noires arrondies, grosses comme des noisettes, qui paraissent être des galets roulés par les eaux. A une demi-lieue de Thann, j'ai remarqué, au pied du flanc oriental du vallon, une carrière ouverte dans le conglomérat porphyritique, et, au pied du flanc occidental, des masses très-distinctement stratifiées d'une roche arénacée friable, à très-petits grains, espèce de grauwacke passant à l'argilolithe : elle est criblée d'empreintes végétales. Tout ce système de couches plonge

presque verticalement du côté du midi. On y a observé des affleurements d'anthracite, qui ont donné lieu à quelques recherches. Plus bas, à 7 ou 8 minutes du pont de Thann, et à l'E. 4° N. du vieux château de Thann, dans le flanc oriental du vallon, on aperçoit des carrières ouvertes dans un porphyre albitique bréchiforme, rougeâtre, et dans un conglomérat porphyritique bleuâtre, passant à un pétrosilex rubané, avec traces charbonneuses. A l'entrée du vallon, à la base même de la colline du vieux château de Thann, on voit paraître une grauwacke très-feldspathique passant à un pétrosilex verdâtre, avec lequel elle alterne quelquefois par veines minces. Ces deux roches, dont la surface devient jaunâtre au contact de l'air, offrent des traces de débris végétaux.

Vallon d'Erzenbach.

Plus à l'O., le vallon d'Erzenbach, qui débouche dans la vallée de la Thur, près de Bitschwiller, est creusé, comme celui de Thann, dans le système des porphyres bruns et de leurs conglomérats. Au fond de ce vallon, il y a des porphyres à base de pétrosilex brun rougeâtre comme ceux du château de Thann, mais où les grains de quartz sont plus nombreux, et qui se rattachent, comme ceux de Thann, à des conglomérats tantôt très-solides, tantôt friables. Quelques-uns de ces conglomérats sont imprégnés d'anthracite. Ils passent à des grauwackes à grains plus ou moins fins, qui se développent surtout à l'entrée du vallon d'Erzenbach, près du haut fourneau de Bitschwiller.

Carrière près du haut fourneau de Bitschwiller.

On trouve, dans cette localité, une grauwacke schisteuse à petits grains, qui renferme beaucoup de paillettes de mica, disposées parallèlement aux feuillets. Elle contient des couches de schiste noir, luisant, à surfaces ondulées, imprégné d'anthracite, et se lie avec une roche pétrosiliceuse grisâtre, qui se présente d'abord en zones parallèles, de quelques lignes d'épaisseur, alternant avec des zones, également très-minces, de grauwacke. Indépendamment de leur liaison par alternance, ces deux espèces de roches constituent deux grandes masses, dont la jonction est mise à découvert par une carrière. La grauwacke, avec veines de schiste argileux noir et traces charbonneuses, dont la stratification plonge de 80° au S. 38° E., forme, dans l'état actuel, le flanc N. O. de l'excavation, et supporte la roche pétrosiliceuse dans laquelle la carrière est entaillée. Cette roche s'y montre comme une masse sans stratification distincte, qui participe des caractères du pétrosilex porphyroïde et de la grauwacke, et à laquelle le nom de *mimophyre*

serait parfaitement approprié. La carrière met cette roche à nu sur environ 10 mètres d'épaisseur; mais sa puissance est réellement beaucoup plus grande, comme le prouvent d'autres rochers entamés par des commencements d'exploitation, qui se voient à côté et qui sont aujourd'hui abandonnés, parce que, dans ces derniers points, la pierre est, sans doute, un peu moins propre à la bâtisse. La masse pétrosiliceuse paraît être très-recherchée pour cet usage; car la carrière, dont l'ouverture ne remonte qu'à 20 ou 25 ans, a été considérablement approfondie entre les deux visites que j'y ai faites : la première, en septembre 1821, avec mon collègue M. Aug. Duhamel, et la seconde en 1838.

Cette roche feldspathique est grise ou d'un vert bleuâtre sale, et devient jaunâtre près des surfaces exposées à l'air. Elle fond aisément en un verre blanc souvent bulleux. Elle est quelquefois grenue, et ce n'est alors qu'une grauwacke très-feldspathique; mais elle contient des couches ou veines à grains très-fins, d'une apparence pétrosiliceuse, et qui rappellent complétement la *pierre carrée* des bords de la Loire-Inférieure. (Voyez le chapitre III de cet ouvrage, p. 224.) On y trouve des empreintes végétales, souvent très-délicates. Quelquefois elle renferme de petits cristaux feldspathiques blancs, ce qui la rapproche du porphyre ordinaire de ces contrées. Des échantillons de ce genre présentent des veines d'anthracite. D'autres fois, avec quelques cristaux, elle offre des taches plus claires et plus compactes que le reste : ce n'est alors qu'une variété de la brèche porphyrique dont j'ai parlé plus haut. D'autres fois, enfin, elle est entièrement compacte, et donne une belle cassure conchoïde, un peu esquilleuse : c'est alors un véritable pétrosilex.

Tiges et empreintes de végétaux dans le petrosilex.

Ces trois dernières variétés contiennent un grand nombre de veinules noires dirigées dans divers sens, et dans plusieurs desquelles on reconnaît, de la manière la plus distincte, des traces de végétaux. Quelques-unes de ces traces végétales ont une coupe circulaire un peu cannelée, et, au centre, un point noir avec des rayons divergents, qui paraissent représenter la structure intérieure de la tige. La surface est couverte d'une pellicule brillante, charbonneuse. Quelques-unes de ces tiges ont jusqu'à 6 pouces de diamètre. Elles se détachent très-aisément de la masse, et leur intérieur est rempli par une espèce de grauwacke, qui produit au chalumeau un globule blanc et qui passe au pétrosilex porphyroïde. La surface de ces troncs

est quelquefois ornée de différents dessins, qui annoncent des *équisétacées*, des *lépidodendrons* et des *stigmaria*. On trouve aussi, dans le pétrosilex, des empreintes très-délicates de *feuilles de fougères* et de petites branches de *lépidodendrons* avec leurs feuilles étendues, peut-être même des cônes de ces derniers végétaux.

Le vallon qui débouche dans la plaine du Rhin, au village de Steinbach, est ouvert, comme celui de Thann, dont il n'est séparé que par une crête étroite et peu élevée, dans le système du porphyre brun. Le porphyre y est quelquefois quartzifère, et présente de petites tables de mica. Il est souvent bréchiforme; il est lié avec des couches arénacées et schisteuses, dans lesquelles on connaît des gîtes d'anthracite qui ont donné lieu à des recherches de combustibles. Vallon de Steinbach.

Le vallon qui débouche dans la plaine du Rhin, à Uffholtz, un peu au N. de Steinbach, est tout à fait analogue, par sa constitution géologique, à ceux d'Erzenbach, de Thann et de Steinbach, et renferme, comme les deux derniers, des gîtes d'anthracite. Au fond de ce vallon, dans son flanc septentrional, on exploitait, en 1821, deux couches d'anthracite de 5 à 8 pieds de puissance, séparées et accompagnées par une grauwacke verdâtre, passant au porphyre et contenant des tiges de végétaux. Cette roche rappelle le pétrosilex à empreintes végétales de Bitschwiller et l'argilolithe impressionnée du vallon de Thann; seulement le grain en est plus gros et plus distinct. Vallon d'Uffholtz.

Plus au N., sur la crête du rameau de montagnes qui s'avance entre Rimbach-Zell et Guebwiller, on marche sur le porphyre brun quartzifère avec mica vert hexagonal.

La vallée de Massevaux, au-dessous de Kirchberg, est ouverte dans le terrain du porphyre brun, qui forme de part et d'autre une agrégation de protubérances arrondies et boisées. On y rencontre souvent des variétés de porphyre bréchiforme à pâte d'un brun légèrement rougeâtre, où les cristaux d'albite sont blancs et bien prononcés. Ils sont accompagnés de grains tantôt rares, tantôt abondants, de quartz hyalin, et de nombreuses paillettes de mica vert hexagonal. Ce mica, quelquefois très-feuilleté et très-bien caractérisé, se réduit, dans beaucoup de cas, à de petits pelotons presque indistincts qu'on a souvent pris pour de l'amphibole imparfaitement cristallisé. D'après les observations de M. Rozet, les teintes des Vallée de Massevaux.



roches sont très-foncées dans certains points de la vallée de Massevaux, et les porphyres bruns y prennent souvent une teinte noire[1].

Le terrain de porphyre brun constitue aussi, presque en entier, les montagnes qui règnent au S. O. de la vallée de Massevaux, entre cette vallée et le grand bassin de grès rouge, au bord duquel se trouvent Estufont-Haut, Gros-Magny, etc. On a indiqué, à la base méridionale de ces montagnes, près d'Estufont-Haut, des empreintes végétales et un gisement d'anthracite. La crête de ce rameau des Vosges, dont le point culminant est le dôme arrondi que présente le Bärenkopf, entre Dürrwald et la Goutte-des-Forges, est formée de porphyre brun, très-souvent bréchiforme, et quelquefois amygdaloïde ou scoriacé. En remontant la vallée de la Doller, à partir de Seeven, pour aller au Bärenkopf, on observe en place, sur la rive droite de ce torrent, un porphyre brun souvent bréchiforme, avec nodules et petits filons d'épidote. On marche sur les roches de cette formation jusqu'à la crête attenante au Bärenkopf, qui sépare la vallée de la Doller de celle de Rosemont. Cette crête est composée de porphyre brun presque compacte, souvent bréchiforme, un peu celluleux, comme celui du Gresson. Le Bärenkopf lui-même est formé de porphyre brun. En descendant du col vers Rosemont, on rencontre le porphyre bleuâtre ordinaire; mais on y remarque aussi un porphyre à base rouge, et, d'après M. Rozet, on trouve, au château ruiné de Rosemont, et dans une partie de la montagne qui le domine à l'E., un porphyre rouge de brique, qui renferme beaucoup de cristaux d'amphibole vert[2]. Sur les deux flancs de la vallée de Rosemont, les masses porphyriques vont en s'abaissant jusqu'au bord de la plaine.

Vallée de Giromagny.

Les montagnes, de part et d'autre de la vallée de Giromagny, sont complétement analogues, par leur aspect, à celles de la vallée de Rosemont, et sont évidemment de la même composition. Des rochers escarpés et déchiquetés s'y présentent de même çà et là. Le porphyre brun est toujours la roche dominante. Sa couleur varie du brun au gris, au vert bleuâtre et au vert sombre. Il contient des cristaux albitiques et des grains cristallins d'amphibole, et quelquefois de petites tables de mica, d'autres fois aussi des grains de stéatite. Par l'absence de l'amphibole et la disparition des cristaux feldspathiques, cette roche passe souvent à un pétrosilex qui, ordinairement, est d'un gris verdâtre plus ou moins foncé, fusible en émail blanc, quelquefois rubané,

[1-2] Rozet, *Description géologique de la région ancienne de la chaîne des Vosges*, pag. 29.

d'autres fois noirâtre, contenant, en quelques points, des grains de fer sulfuré. Le porphyre et le pétrosilex présentent fréquemment, dans leur cassure, des taches anguleuses d'une autre nuance que le reste, et dont l'aspect devient encore plus dissemblable par l'effet de la décomposition. Ces taches paraissent dues à des fragments de porphyre et de pétrosilex enveloppés dans une pâte très-peu différente. Il est important de remarquer que le pétrosilex empâte ordinairement des fragments de pétrosilex, et le porphyre des fragments de porphyre.

La montagne de la Planche-des-Belles-Filles, placée à l'extrémité méridionale de la crête du ballon Saint-Antoine, entre la vallée de Giromagny et celle de Plancher-les-Mines, de même que la montagne du Bärenkopf entre la vallée de Giromagny et celle de Massevaux, est formée principalement, comme cette dernière, de diverses variétés de roches du système du porphyre brun. Les trois vallées de Massevaux, de Giromagny et de Plancher-les-Mines, qui divergent du ballon d'Alsace, comme le feraient des crevasses dues à son soulèvement, présentent, dans leur constitution géologique, la même disposition générale. Toutes les trois ont leur partie supérieure dans la syénite du massif des ballons d'Alsace et de Servance, tandis que les parties inférieures des trois vallées traversent le système porphyrique. Il est seulement à noter qu'on voit paraître au Puy-Saint-André, village qui fait partie du flanc gauche de la vallée, à deux lieues au-dessus de Giromagny, des roches granitoïdes à petits grains, qui sont peut-être une simple protubérance du terrain inférieur.

Dans la gorge de Maleveaux, située au pied méridional du ballon de Giromagny, on trouve presque en contact avec la syénite, qui constitue la masse de cette montagne, diverses variétés des porphyres qui nous occupent. On y distingue un porphyre à base de feldspath d'un brun rougeâtre et à cristaux blanchâtres d'albite, contenant des parties noirâtres peu distinctes qui paraissent être du mica ou peut-être de l'amphibole. On y observe aussi des variétés bleuâtres du porphyre brun, qui passent au pétrosilex et souvent à la structure amygdaloïde. Ces roches sont accompagnées de brèches formées de leurs propres fragments, plus ou moins bien soudées et même fondues ensemble. Vers la fin du siècle dernier, ces brèches avaient excité l'attention de Dolomieu, qui semble cependant avoir méconnu leur origine [1].

[1] Dolomieu, *Journal des mines*, t. VII, pag. 315.

A l'entrée du vallon de la Beucinière, qui débouche au village du Puix, et qui est entaillé dans la base orientale du ballon Saint-Antoine, on aperçoit de grands rochers, un peu arrondis, de porphyre bleuâtre du système du porphyre brun; ils forment une épaule, par-dessus laquelle on monte pour pénétrer dans le vallon. En remontant ce vallon, on le voit s'élargir un peu à une demi-lieue de son entrée, et on remarque, dans son flanc oriental, des rochers escarpés et un peu prismatoïdes de porphyre brun. Plus haut, dans le vallon, on observe diverses variétés de porphyres plus ou moins bréchiformes, quelquefois presque granitoïdes, bien évidemment albitiques, passant souvent au pétrosilex verdâtre ou vert foncé rubané ou bréchiforme. La pâte du porphyre est, en quelques points, d'un brun rouge, quoique les cristaux qui y sont empâtés soient de l'albite bien caractérisé. On trouve aussi des porphyres d'un bleu foncé avec pyrites; ils sont bréchiformes.

Sur le coteau de la Beucinière, qui domine le village du Puix, on rencontre un pétrosilex bleuâtre, contenant des pyrites et des nodules de chaux carbonatée. Dans les parties où l'action de l'atmosphère a détruit ces nodules, qui sont très-abondants, la masse, criblée de cavités arrondies, prend l'aspect d'une scorie, comme au Gresson, au Rossberg, au Bärenkopf, et dans plusieurs autres localités déjà citées.

En avant de la vallée de Giromagny, on voit saillir, au milieu du grès rouge, quelques rochers composés de pétrosilex d'un vert tirant au brun, présentant de petits cristaux blancs feldspathiques, dont la pâte devient quelquefois tout à fait brune, et qui est souvent bréchiforme

Vallée de Plancher-les-Mines.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, la vallée de Plancher-les-Mines, qui est contiguë à celle de Giromagny, est creusée dans les mêmes roches; seulement, dans sa partie inférieure, elle traverse le terrain de schiste argileux et de grauwacke. La ferme ou cense de la Vieille-Hutte, située vers le haut de la vallée de Plancher, est entièrement entourée de syénites, et on marche quelque temps au milieu de ces roches, lorsqu'on descend la vallée, à partir de ce point; puis, au-dessous de la Planche-aux-Bœufs, on entre dans le terrain de porphyre brun qui leur est juxtaposé, et qui paraît même s'appuyer sur elles. On découvre, en premier lieu, un porphyre à pâte pétrosiliceuse, renfermant beaucoup de petites tables hexagonales de mica; et bientôt on se trouve complétement au milieu des porphyres bleuâtres ou

brunâtres à cristaux d'albite, souvent bréchiformes. Peu après, on voit la vallée se rétrécir, et le torrent s'encaisser et former une espèce de cataracte dans une roche porphyroïde bleuâtre, celluleuse, contenant encore des cristaux d'albite. Immédiatement après, la vallée s'élargit de nouveau; on y rencontre quelques maisons et l'ancienne verrerie de Saint-Antoine. Sur la droite, on distingue des rochers de porphyre déchiquetés, prismatoïdes, analogues à ceux de Rosemont, à ceux de l'entrée et du fond du vallon du Puix, etc. Ces rochers montent sur la droite, comme un gros filon, dans une direction qui approche de l'O. 15° N. Plus bas, sur la droite, il y en a encore d'autres.

A environ un quart de lieue plus bas, au-dessous de la chapelle de Saint-Antoine, la vallée présente un nouvel étranglement, et le torrent forme une nouvelle cascade sur une masse de porphyre, qui paraît courir O. 5° N. Rien n'indique cependant que ce soit un filon. La cascade se compose de plusieurs petites chutes, renfermées dans un canal ou une espèce de niche de 2 ou 3 mètres de large et 3 ou 4 mètres de profondeur. Les roches de porphyre sont ici prismatoïdes.

En suivant encore, pendant environ un quart de lieue, le chemin qui descend la vallée du Rahin, on trouve un schiste plongeant, au S., de 50°, et, immédiatement à côté, un gros rocher de porphyre brun, qui y constitue sans doute un filon. Presque en face, sur la rive droite du torrent, on aperçoit d'anciennes haldes de mines.

Après avoir de nouveau descendu la vallée pendant près d'un quart de lieue, on voit, immédiatement au-dessus de l'ancienne fonderie de Plancher, un schiste avec petites couches subordonnées de conglomérat porphyritique bleu, à grains fins, passant au pétrosilex. Ces couches plongent, à l'O. 40° S., de 50°. Elles sont recouvertes par une certaine épaisseur de la même roche bleue, dans laquelle il existe des traces charbonneuses : c'est le système de Bitschwiller. Il y a passage du schiste au pétrosilex. La roche qui forme le passage est composée, ainsi que l'a très-bien remarqué M. Thirria, de fragments de roche schisteuse, agglutinés par une pâte pétrosiliceuse de couleur verdâtre, dans laquelle ils se fondent intimement. Elle se lie au schiste par une structure schistoïde, et au porphyre par les cristaux feldspathiques que sa pâte contient toujours. Ces roches forment un

barrage dans la vallée, qui s'ouvre ensuite à l'entrée du village de Plancher-les-Mines.

Porphyres bruns en prismes inclinés.

L'église de Plancher est bâtie sur une masse de porphyre, et, avant d'entrer dans le village, on observe, sur la gauche, un escarpement oblique de porphyre brun, offrant une division prismatique assez nette dans un sens perpendiculaire à la surface de la masse, comme l'indique la figure ci-dessous.

Fig. 8.



Escarpement de porphyre en prismes inclinés, au N. du village de Plancher-les-Mines.

Tout semble annoncer que ce porphyre a cristallisé en formant une assise horizontale, où les prismes étaient verticaux, et que l'inclinaison qu'il présente est l'effet d'un redressement. Au pied de l'escarpement, on voit des éboulements qui servent de carrière naturelle.

Lorsqu'on monte de Plancher vers le petit col qui conduit à Auxelles-Haut, en passant entre la montagne de la Planche-des-Belles-Filles et le mont Saint-Jean, on trouve d'abord le porphyre brun. Il affecte une forme un peu granitoïde. Plus haut, existe un schiste argileux ou conglomérat porphyritique, à grains très-fins, en couches verticales, dirigées à l'E. 5° S. Sur la crête, entre Plancher-les-Mines et Auxelles, on distingue le porphyre bleuâtre du système de porphyre brun.

En suivant encore la vallée de Plancher jusqu'à Plancher-Bas, on quitte le terrain porphyrique, et on entre dans les schistes et grauwackes déjà décrits ci-dessus comme appartenant à un système plus ancien, qui a été percé par les porphyres lorsqu'ils ont fait éruption.

Porphyres bruns entre Plancher et Faucogney.

A l'O. de la vallée de Plancher, au N. de Champagney et de Ronchamp, surgissent des roches du système des porphyres bruns, qui, comme toutes celles du même groupe, composent un ensemble de masses tuberculeuses, dont la plus haute est la montagne du Plainet.

On continue à rencontrer ces roches plus à l'O. encore; mais elles n'y constituent cependant pas des masses aussi élevées.

Le porphyre brun se montre à Fresse, à Ternuay, à la Voivre, à Faucogney, à Saint-Bresson. Un pétrosilex porphyroïde verdâtre ou rougeâtre s'observe à Fresse, à Melisey et à Ternuay. On trouve le porphyre bréchiforme à Fresse et à Faucogney [1].

Résumé des caractères du terrain de porphyre brun.

Les nombreux détails locaux dans lesquels je n'ai pas cru devoir craindre d'entrer, sur ce terrain encore mal connu, indiquent qu'il a pour base un porphyre à pâte pétrosiliceuse, dont la couleur, naturellement d'un gris bleuâtre, passe souvent au brun, probablement par l'effet d'un changement moléculaire, qui est déjà un commencement de décomposition : elle est quelquefois rougeâtre. Cette roche renferme de petits cristaux feldspathiques blancs et quelquefois d'un brun rougeâtre, à contours souvent incertains, qui ont très-fréquemment les caractères de l'albite. Très-fréquemment aussi on y distingue quelques grains amorphes de quartz, qui, dans quelques cas assez rares, sont même très-abondants. Plusieurs fois on y remarque du mica en petites tables hexagonales nettement terminées, et, plus rarement, des grains d'amphibole mal terminés.

Quand les cristaux d'albite disparaissent, cette roche devient un véritable pétrosilex. Quelquefois le porphyre et le pétrosilex contiennent de petits noyaux calcaires et forment des amygdaloïdes.

Souvent le porphyre et le pétrosilex offrent des taches anguleuses. Ces taches ne sont autre chose que des fragments d'une nature presque identique avec celle de la pâte, mais d'une nuance de couleur ou de texture différente, qui y sont enveloppés et presque fondus.

Ces porphyres et pétrosilex fragmentaires forment des masses considérables et jouent un rôle important dans la formation. Ils composent, comme les porphyres et les pétrosilex eux-mêmes, des amas assez informes. Quelquefois les fragments sont arrondis. Il y en a de toute grosseur. Il y a aussi toutes sortes de nuances dans le degré de liaison qu'ils présentent entre eux et avec la pâte qui les enveloppe : de là il résulte que ces roches passent, d'un côté, au porphyre et au pétrosilex purs et simples, et, de l'autre, à de simples conglomérats, tantôt grossiers, tantôt à grains plus ou

[1] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, pag. 374.

moins fins. Quand le grain est fin, ils ressemblent au grès houiller. Quand il est très-fin, ils passent à une argilolithe qui, lorsqu'elle prend de la dureté, devient un véritable pétrosilex très-analogue à la pierre carrée des bords de la Loire-Inférieure. Dans les conglomérats, les grauwackes, les argilolithes et les pétrosilex auxquels elles passent, on rencontre des débris végétaux et des gîtes d'anthracite.

Les restes de végétaux proviennent de plantes de la classe des cryptogames vasculaires qu'on ne trouve plus vivantes sur la surface du globe, telles que des *calamites*, des *stigmaria*, des *lépidodendrons*, et d'autres que leur mauvais état de conservation ne permet pas de déterminer.

Différence entre les porphyres bruns et les porphyres rouges quartzifères auxquels passent les granites.

Les porphyres bruns diffèrent essentiellement des porphyres rouges quartzifères, qui forment la limite des granites porphyroïdes et des syénites. Non-seulement les roches sont différentes par leurs caractères minéralogiques, mais les parties amygdaloïdes et les puissantes masses de conglomérats qui accompagnent les porphyres bruns, et qui n'ont rien qui leur corresponde dans le système des porphyres rouges quartzifères liés aux granites et aux syénites, indiquent des dissemblances importantes dans le mécanisme des éruptions qui ont amené au jour les deux classes de roches.

Analogie de structure entre la formation des porphyres bruns et celle des porphyres rouges quartzifères du Tyrol.

Par l'ensemble de sa structure, la formation des porphyres bruns du S. E. des Vosges rappelle la formation des porphyres rouges quartzifères du Tyrol méridional. Là, comme on peut le voir dans les excellentes descriptions de M. Léopold de Buch[1], les conglomérats auxquels le porphyre passe par degrés insensibles jouent de même un grand rôle, et il paraît qu'on y observe aussi quelques parties scoriacées et des dépôts charbonneux. Mais les deux formations se distinguent, au premier coup d'œil, en ce qu'au contact de l'air le porphyre du Tyrol devient rouge de brique, et celui du S. E. des Vosges, brun marron ou jaunâtre. Cette circonstance est probablement liée au remplacement de l'orthose par l'albite, ou à quelque autre changement analogue dans la nature de la pâte feldspathique.

Analogie de structure avec certains terrains trachytiques.

Il existe aussi une ressemblance de structure digne d'être remarquée entre le terrain de porphyre brun et beaucoup de terrains trachytiques. Toutefois il reste une grande distance entre les parties scoriacées qu'il renferme et les pierres ponces. De plus, le terrain de porphyre brun ne contient pas de roches vitreuses qu'on puisse comparer aux obsidiennes. Mais les

[1] L. de Buch, *Annales de chimie et de physique*, t. XXIII, pag. 291, 1823.

tufs ponceux très-fins du Mont-Dore, qui offrent des débris végétaux et même des empreintes de poissons, sont comparables aux grauwackes et aux schistes avec empreintes végétales, qui constituent la partie extérieure du terrain de porphyre brun. Seulement ces schistes et grauwackes ont souvent éprouvé, comme la pierre carrée des bords de la Loire, un commencement de métamorphisme qui les fait passer au pétrosilex. Ce phénomène est beaucoup plus rare dans le terrain trachytique, produit à une époque où l'écorce terrestre était déjà bien plus épaisse, et où le flux de chaleur qui la traverse sans cesse, de l'intérieur à l'extérieur, était déjà beaucoup plus faible qu'à l'époque où s'est formé le terrain de porphyre brun.

Le terrain de porphyre brun se rapporte au système devonien.

En effet, l'époque de la formation du porphyre brun est évidemment antérieure au dépôt du terrain houiller, qui à Ronchamp s'appuie sur la base des montagnes de porphyre brun ; mais elle est postérieure à la formation des schistes et grauwackes de la base du ballon, d'Auxelles, etc., dont le système du porphyre brun recouvre les lambeaux disloqués. Tout conduit, par conséquent, à rapporter le système du porphyre brun aux terrains de transition supérieurs ou au système *devonien,* dans lequel se rangent aussi les terrains anthraxifères des bords de la Loire-Inférieure, où les anthracites et la pierre carrée rappellent si naturellement les terrains du S. E. des Vosges. C'est ainsi que le système du porphyre brun a été figuré sur la carte géologique, où il est indiqué par le signe (i^3). Cette indication est surtout appropriée aux grauwackes et aux schistes qu'il contient, le trop grand morcellement des masses porphyriques qu'il renferme n'ayant pas permis de les représenter individuellement et de leur consacrer une couleur particulière, comme on l'aurait désiré.

Porphyres caractérisés par le labrador, ou *mélaphyres*.

Indépendamment des porphyres précédents, dont les cristaux les mieux caractérisés se rapportent à l'albite, qui paraît devoir en composer aussi la base, les Vosges en recèlent d'autres, dont les cristaux sont, au contraire, formés par le feldspath labrador. Leur pâte ressemble extérieurement à celle des porphyres albitiques ; mais jamais on n'y trouve de quartz, ce qui est un motif pour présumer que c'est le labrador, ou un feldspath ayant la même forme atomique de composition, qui en constitue aussi la pâte. Ces porphyres attirent surtout l'attention par leurs larges cristaux fissiles, et même feuilletés, de labrador, qui rappellent ceux qu'on observe dans une partie des mélaphyres d'Oberstein.



MM. Voltz et Thirria, sans nommer le labrador, ont été frappés de la nécessité de distinguer cette classe de roches porphyriques; ils en ont signalé plusieurs variétés, qui toutes se font remarquer par l'absence du quartz.

On sait que ce n'est que depuis un petit nombre d'années que les géologues, guidés par les savantes recherches de M. Gustave Rose, ont fini par tenir compte, dans la désignation des roches, des distinctions déjà constatées entre les différentes espèces de feldspath. C'est en étudiant les laves de l'Etna, en 1834, avec M. de Buch, que j'ai commencé à me familiariser avec les caractères distinctifs du feldspath labrador; et, dans le voyage que j'ai fait dans les Vosges en 1838, j'ai soigneusement recherché les roches dont ce minéral serait le caractère distinctif ou même la base.

J'y ai bien distinctement reconnu un *mélaphyre,* qui se montre au jour en différents points de la partie méridionale de ces montagnes, où il perce principalement les schistes, les grauwackes et le système des porphyres bruns albitiques décrits plus haut : je dois avouer, toutefois, que je n'ai pas fait les analyses nécessaires pour contrôler l'opinion de M. Daubrée, qui pense que les cristaux répandus dans la roche dont il s'agit ne seraient pas du labrador, mais de l'oligoklase.

Mélaphyres de Rimbach.

A Rimbach, au pied oriental du ballon de Guebwiller, on trouve un mélaphyre à pâte d'un brun verdâtre et à cristaux plats et minces de labrador. Plus bas, à la Scierie, au-dessus de Rimbach-Zell, ce mélaphyre verdâtre renferme des noyaux calcaires irréguliers, dont la décomposition rend la roche celluleuse. En montant de ce point vers le N., par le chemin de Guebwiller, on rencontre encore un mélaphyre d'un vert sombre, qui présente des cristaux de labrabor parfaitement caractérisés, et des cavités pleines de chaux carbonatée, blanche ou rougeâtre : d'autres cavités sont tapissées ou remplies de picrolithe ou de terre verte.

Mélaphyres de Bitschwiller.

A l'O. N. O. de Bitschwiller, on remarque un mamelon couvert de pelouse à sa cime et de champs cultivés sur ses pentes, isolé de toutes parts, et séparé par une dépression assez profonde de la montagne au N. N. O., que recouvre une forêt de sapins. Ce mamelon est formé de mélaphyre. Il est au centre d'une espèce de cratère de soulèvement. Les couches de grauwacke passant au pétrosilex, qu'on exploite près du haut fourneau de Bitschwiller, plongent, au S. 38° E., de 82°, et sont disposées de telle

sorte que leur prolongement s'appuierait sur le flanc S. E. du mamelon de mélaphyre : ce qui tend à prouver que celui-ci a été soulevé postérieurement au dépôt de la grauwacke, qui elle-même est formée en partie aux dépens du porphyre brun et est à peu près contemporaine de ce porphyre.

La pâte de ce mélaphyre est d'un brun verdâtre. Sa cassure est conchoïde et un peu cireuse. Il renferme de larges cristaux aplatis d'un vert jaunâtre clair, composés de labrador à éclat nacré et même un peu chatoyant. De petits nodules de terre verte, qui ne sont peut-être que des cristaux imparfaits ou décomposés de pyroxène, sont répandus dans la pâte.

Immédiatement au-dessous de Willer, près de la route, sur la rive droite de la Thur, on aperçoit deux petits mamelons de mélaphyre rougeâtre, bréchiforme : le labrador y est bien caractérisé.

Des pointes ou des filons de mélaphyre percent, en différents endroits, entre Bitschwiller et Massevaux. M. de Billy, ingénieur en chef des mines à Strasbourg, en a recueilli, entre Burbach et Ramersmatt, des échantillons où les cristaux de labrador sont parfaitement caractérisés[1].

Mélaphyres d'Horben.

On rencontre aussi le mélaphyre en différents points de la vallée de Massevaux, et particulièrement au-dessus d'Ober-Bruck, sur la pente qui domine Horben, vers le N. O. Il semble devoir y former un filon dans la syénite. Ce mélaphyre est d'un vert sombre, qui passe au brun par l'effet des influences atmosphériques. Sa pâte présente une cassure conchoïde, un peu esquilleuse; elle contient de larges cristaux aplatis de labrador, d'un vert jaunâtre sale, et des noyaux lamelleux, d'un vert sombre, qui paraissent être du pyroxène. Cette roche, qui est très-solide, ressemble complétement à certaines variétés du porphyre vert antique, ainsi qu'on l'a déjà remarqué pour les variétés analogues trouvées près de Giromagny.

Mélaphyres de la vallée de Giromagny.

C'est, en effet, surtout dans la vallée de Giromagny, et particulièrement à Giromagny et au Puix, que le mélaphyre se développe en grandes masses et offre de nombreuses variétés.

Dans la plus caractéristique de ces variétés de mélaphyre, la pâte est d'un gris foncé, verdâtre, ou d'un brun violacé. Elle se laisse rayer par l'acier, et le tissu en est le plus souvent compacte, à cassure conchoïde et cireuse, et quelquefois grenu, auquel cas elle approche beaucoup d'une dolérite à grains fins. Cette pâte renferme des cristaux d'un labrador qui tantôt est

[1] De Billy, *Notes inédites.*



lamelleux et translucide, et tantôt opaque, d'un gris verdâtre pâle et à cassure cireuse. En outre, on y observe souvent des cristaux de pyroxène augite de couleur vert foncé [1], ou simplement des grains lamelleux d'un vert sombre qui ont l'éclat et l'aspect du pyroxène.

La variété de ce porphyre, qui contient du feldspath cireux et dont la pâte est compacte, est ce que Graffenauer et d'autres ont appelé *ophite* [2], *grüner porphyr*. On la trouve à Giromagny. Elle ressemble au *porfido verde antico* [3]. Seulement, dans cette dernière roche, le vert est plus prononcé et ne tire point sur le gris, comme dans le porphyre correspondant des Vosges. Dans celui-ci, les cristaux de labrador sont blanc verdâtre; ils sont nombreux, mal circonscrits et quelquefois presque compactes [4]. Il ne faut pas confondre l'ophite de Graffenauer avec l'ophite de Palassou, qu'on rencontre dans les Pyrénées et qui est une roche toute différente. (Voyez ci-dessus, dans l'Introduction, chapitre I, page 72.)

Mélaphyres du département de la Haute-Saône.

Cette belle variété de mélaphyre existe aussi à Fresse, près du hameau de la Combe-aux-Renards, où elle a été exploitée autrefois pour objets d'ornement. On la voit encore à la Chevestraye et au Plainet, sur le territoire de Fresse; à Plancher-les-Mines, en allant à la Planche-des-Belles-Filles et à Melisey : mais, dans ces deux dernières localités, elle passe au spilithe [5].

Passage du mélaphyre au spilithe.

La pâte de l'ophite des Vosges renferme souvent, en effet, des petits noyaux de spath calcaire, qui la font passer au *spilithe* [6]. Rarement les cellules sont remplies de quartz. Fréquemment elles sont vides, ou bien enduites d'une légère couche de matière chloritée fibreuse (picrolithe) [7]. Lorsqu'elles sont vides, soit naturellement, soit par la destruction du spath calcaire qui les remplissait, la roche a l'apparence boursouflée d'une lave scoriacée.

Le spilithe se montre sur une grande étendue superficielle à Servance, à Fresse, à Belonchamp, à Émoulière et à Faucogney. Le mélaphyre ordinaire s'observe aussi à Faucogney [8].

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 53.

[2] Graffenauer, *Minéralogie alsacienne*, p. 281, 1806.

[3] Voltz, *ibid.*

[4-5-6] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, p. 361.

[7] Voltz, *ibid.*

[8] Thirria, *ibid.*, pag. 362.

Le spilithe n'est qu'une modification du mélaphyre ; il en est évidemment contemporain.

Les différentes dégradations du mélaphyre, qui viennent d'être mentionnées, se lient toutes, par des passages incontestables, à la variété ordinaire, au milieu de laquelle ils semblent constituer de grands amas informes [1].

Le mélaphyre et ses diverses modifications prennent quelquefois un aspect fragmentaire, et passent à un porphyre brèche formé par l'une ou l'autre de ces roches, dans laquelle sont empâtés des fragments, souvent fort gros, d'une composition analogue.

Époque probable de l'éruption des mélaphyres des Vosges, postérieure au grès rouge et antérieure au grès des Vosges.

M. Hogard, après avoir remarqué que, dans les conglomérats du grès rouge des Vosges, on trouve des fragments de toutes les roches anciennes, y compris les diverses variétés de porphyres et d'eurites, ajoute qu'il n'y a jamais observé de débris de trapp, circonstance que M. de la Bèche avait déjà reconnue dans le conglomérat rouge de Babbacombe-Bay, sur les côtes du Devonshire. Il en déduit la présomption que l'épanchement des roches trappéennes a eu lieu entre le dépôt du grès rouge proprement dit, et celui du grès des Vosges, et en infère que ces roches plutoniques, par les bouleversements qu'elles ont occasionnés, ont favorisé la formation du vaste dépôt arénacé connu sous le nom de grès des Vosges, qui renferme une immense quantité de débris de roches de diverses époques [2]. Je serais très-disposé à adopter cette opinion, en considérant la dénomination de trapp employée par M. Hogard comme s'appliquant aux mélaphyres que je viens de décrire.

Rapports des mélaphyres des Vosges avec ceux d'Oberstein et de Kirn.

Ces mélaphyres me paraissent avoir de grands rapports avec ceux des environs d'Oberstein et de Kirn, dans le ci-devant palatinat, et je suis porté à supposer que, comme ces derniers, ils ont fait éruption après le dépôt du terrain houiller, et peut-être même après le dépôt du grès rouge, mais avant celui du grès des Vosges.

Il me semble difficile d'admettre, à cet égard, l'opinion qui regarde les mélaphyres ou porphyres noirs des Vosges comme ayant fait éruption après le dépôt du terrain jurassique, et comme ayant produit les dislocations que présente ce terrain dans les collines de la Haute-Saône.

[1] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, pag. 358.

[2] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 264.

Hypérite ou syénite hypersthénique entre Oberbruck et Rimbach.

Le labrador forme encore la matière principale d'une roche qui perce en quelques points des Vosges : l'*hypérite* ou *syénite hypersthénique*.

Au haut de la vallée de Massevaux, entre Oberbruck et Rimbach, on rencontre beaucoup de blocs d'hypérite, souvent à gros grains, renfermant des grains nombreux et assez gros de fer oxydulé, et quelquefois pénétrée par des petits filons d'épidote. Cette roche se trouve en place, sur le revers méridional de la crête syénitique, qui s'étend entre le vallon de Rimbach et celui d'Harmbach. M. Daubrée a observé des hypérites dans le massif du Champ-du-Feu[1]; et plusieurs des trapps cités dans les Vosges ne sont peut-être que des hypérites à petits grains.

Filons de minette.

M. Voltz, dont la scrupuleuse exactitude n'avait laissé échapper que bien peu de variétés des roches des Vosges, a signalé à l'attention des géologues une roche qui se voit en filons dans beaucoup de parties de ces montagnes, et à laquelle les mineurs ont donné le nom de *minette*. Cette roche paraît formée de mica en masse, mélangé d'une matière feldspathique ou argileuse plus ou moins abondante. Les mineurs du Ban-de-la-Roche emploient souvent la minette décomposée pour bourrer les coups de mine, ce qui prouve d'une manière péremptoire que cette roche est exempte de grains de quartz: c'est une sorte de *pierre ollaire à base de mica*. Elle a beaucoup de rapports avec le *kersanton* des environs de Brest.

Les roches syénitiques et granitoïdes du Champ-du-Feu contiennent, en un grand nombre de points, des filons de minette de diverses configurations, qui se désagrégent souvent en masses globuleuses analogues à celles des basaltes, et dont le contact transforme en kaolin le feldspath des roches qu'elles pénètrent. En montant de Rothau au Champ-du-Feu, et en descendant du Champ-du-Feu vers Barr, on rencontre diverses variétés de roches euritiques modifiées par l'apparition de la minette, qui, en quelques points, passe à une sorte de pierre ollaire[2].

Des filons de minette traversent aussi le calcaire exploité au N. E. de Schirmeck. Leurs plans, dirigés à l'E. N. E., sont à peu près perpendiculaires à celui de la stratification. Au contact de cette minette, le calcaire devient plus ou moins saccharoïde, à raison de la puissance plus ou moins grande et du

[1] Daubrée, *Notes inédites.*

[2] *Bulletin de la Société géologique de France*, 1834-1835, t. VI, pag. 46.

rapprochement plus ou moins considérable de ces filons, ce qui montre avec évidence la conversion du calcaire compacte en calcaire saccharoïde sous l'influence de ces filons. Le calcaire compacte, qui paraît assez distinctement stratifié, perd cette stratification dans la partie supérieure de la carrière, pour prendre des fissures disposées horizontalement et présentant obscurément l'aspect d'une stratification discordante. En ce point, on voit le calcaire compacte se mélanger de petits rhomboèdres de dolomie, qui, devenant de plus en plus abondants, finissent par prédominer et constituer entièrement la roche[1].

Aux environs de Remiremont, vers le haut du vallon de Ranfaing, près de Rouvrois, on observe un filon de minette, qui coupe le granite ou le leptynite. Il est presque vertical, et dirigé vers l'O. S. O. D'autres filons, plus petits et autrement dirigés, de la même roche, coupent le même massif.

Serpentines et euphotides.

A toutes les roches d'origine éruptive que nous venons d'indiquer en faisant l'analyse de la composition des Vosges, il faut encore ajouter la serpentine ou ophiolithe et l'euphotide. Diverses variétés de serpentine se rencontrent en plusieurs points des Vosges. Elle y est brune et quelquefois verte, souvent stéatiteuse, ailleurs micacée; en quelques points, elle est magnétique par l'effet d'un mélange de fer oxydulé.

On trouve des masses de serpentine à Sainte-Sabine et à la Grande-Charme, sur la montagne de Grimouton, au N. de Remiremont; à Éloyes, sur la rive droite de la Moselle, au-dessous du village, et au S. E., près des Granges de Moury; à Houx; au Goujot et à Champdray; aux Xettes de Gérardmer; au Chaume, au-dessus de la vallée de Granges; aux environs de la ferme de Neymont; aux Arrentés de Corcieux; à Sainte-Marie-aux-Mines; sur le flanc occidental du Bresoir et du Bonhomme, et à Odern, dans la vallée de Saint-Amarin. Lorsque j'ai visité la carrière de serpentine d'Éloyes, en 1830, avec M. Dufrénoy, on en tirait des blocs pour la marbrerie d'Épinal. La serpentine y est compacte, brune, et contient des veines rouges. A Houx, la serpentine est d'un vert noirâtre; elle renferme un grand nombre de nodules très-durs, grisâtres, qui paraissent être du jade.

Aucune de ces masses de serpentine n'est très-étendue : la plus remarquable est celle de Sainte-Sabine, sur la montagne de Grimouton. Elle a

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. VI, pag. 42.

une largeur de 3 à 400 mètres et une longueur de 12 à 1,300. Elle forme, au commencement du vallon qui descend de Cleurie, des escarpements assez considérables. A la Grande-Charme, la serpentine constitue deux cônes très-prononcés.

La chapelle de Saint-Nicolas, au N. d'Odern, dans la vallée de Saint-Amarin, est bâtie sur un monticule de serpentine. Cette roche est verdâtre et renferme de nombreuses lames de diallage; elle paraît sortir, sous forme de champignon, du bord du massif granitique du Drumont.

Au-dessous d'Odern, près de Felleringen, il existe de l'euphotide, qui sans doute est en connexion avec la serpentine d'Odern.

Les autres masses serpentineuses des Vosges sont peu importantes.

À Sainte-Marie-aux-Mines, elle se réduit à de petites masses disséminées dans le calcaire de la carrière de Saint-Philippe.

La serpentine ne semble pas, dans les Vosges, avoir fait subir de modifications aux roches qu'elle traverse; seulement on observe que les fissures de ces roches sont couvertes d'un enduit stéatiteux qui acquiert souvent plus d'un millimètre d'épaisseur [1].

Il est digne d'attention que la plupart des masses serpentineuses des Vosges se montrent dans la région occupée par le granite à petits grains passant au gneiss et au leptynite, et paraissent avoir percé ce système.

Époque probable de l'éruption des serpentines.

L'époque de leur apparition n'est pas encore déterminée d'une manière certaine; cependant M. Hogard fait remarquer que, quoique ces serpentines se trouvent dans le voisinage du grès des Vosges, on n'aperçoit jamais de galets de serpentine dans les poudingues de cette formation, ce qui peut donner lieu de présumer que les serpentines sont plus récentes qu'elle. Il cite même des apparences qui porteraient à conclure qu'elles ont percé le grès des Vosges dans leurs éruptions [2].

Si ces apparences ne sont pas trompeuses, rien n'empêchera de considérer les serpentines des Vosges comme contemporaines de celles de l'intérieur de la France, qui ont paru après le dépôt des trias et avant celui du calcaire du Jura.

Les diverses roches que nous venons de décrire constituent, ainsi que nous l'avons dit, un groupe de montagnes généralement arrondies, qui

[1] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 30.

[2] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 303.

occupe, au centre de la partie méridionale des Vosges, un espace triangulaire, dont les trois sommets sont situés près de Massevaux, de Remiremont et de Schirmeck.

Montagnes de grès des Vosges.

Ce noyau central des Vosges est entouré par d'autres montagnes, dont les formes aplaties et carrées contrastent avec les profils arrondis des premières, et qui sont composées d'un grès quartzeux d'un grain uniforme et grossier, d'un rouge de brique plus ou moins foncé, connu généralement sous le nom de *grès des Vosges* ou de *grès vosgien*.

Caractères généraux du grès des Vosges.

Les caractères généraux de ce grès sont à peu près les mêmes dans tout l'espace qu'il embrasse : il est toujours essentiellement formé de grains amorphes de quartz, dont la grosseur varie depuis celle d'un petit grain de millet jusqu'à celle d'un grain de chènevis. Leur surface extérieure paraît fréquemment présenter des facettes cristallines et réfléchit vivement les rayons du soleil. Elle est généralement recouverte d'un très-léger enduit coloré en rouge par du peroxyde de fer, ou quelquefois en jaune par du fer hydraté; mais on reconnaît aisément qu'à l'intérieur ces grains de quartz sont incolores et translucides. L'enduit ferrugineux contribue, sans doute, à faire adhérer les grains les uns aux autres. L'adhérence est le plus souvent assez faible; d'où il résulte que la roche s'égrène aisément et mérite parfaitement le nom de *pierre de sable,* par lequel on la désigne assez habituellement dans le pays. Au milieu des grains quartzeux, on observe d'autres grains moins nombreux, d'un blanc mat, non translucides, plus anguleux et moins solides, qui paraissent des fragments de cristaux de feldspath en décomposition. On distingue, en outre, dans quelques variétés, entre les grains de quartz, de très-petites masses d'argile blanche, qui ne sont probablement autre chose que les grains blancs précédents dans un état de décomposition encore plus complet. Plus rarement on aperçoit un petit nombre de paillettes de mica blanc, qui sont dispersées irrégulièrement entre les grains.

La couleur du grès, résultat de cet enduit qui, comme nous l'avons dit, enveloppe et cimente les grains, est le plus souvent un rouge de brique pâle, qui devient, dans certains endroits, très-foncé, et qui, dans d'autres cas, passe au rouge violet, au blanc ou au blanc jaunâtre; quelquefois aussi la couleur est un jaune de rouille passant au brun. Dans certains échantillons, on voit plusieurs de ces couleurs former des bandes parallèles ou des taches.

La variation de la couleur est fréquemment accompagnée d'une variation dans la solidité.

Il est aisé de s'assurer que la couleur n'est qu'appliquée sur la surface des grains : car, comme elle n'est jamais due qu'à de l'oxyde rouge ou à de l'hydrate de fer, l'acide hydrochlorique l'enlève facilement, et tous les grains restent incolores ou blancs.

J'ai trouvé, dans un échantillon de ce grès de la composition la plus habituelle, plus de 95 pour cent de silice ; le reste ne contenait probablement que de l'oxyde de fer et de l'alumine.

On observe quelquefois, dans des blocs de grès des Vosges d'un grain et d'une couleur ordinaires, des portions arrondies de quelques millimètres de diamètre, colorées en brun jaunâtre par le fer hydraté, qui leur sert de ciment. Souvent ces parties cèdent plus aisément que la masse à l'action de l'atmosphère, et laissent à la surface des blocs des cavités hémisphériques ; quelquefois aussi, étant plus résistantes, elles restent en saillie. Le même grès présente aussi très-fréquemment de petits filons de fer hydraté, qui, de part et d'autre, se fondent dans la masse du grès qu'ils agglutinent. Ces filons sont, en général, plus solides que le grès qui les entoure : on les voit se dessiner en arêtes saillantes sur la surface des blocs exposés à l'action destructive de l'atmosphère.

Les strates micacés sont beaucoup plus rares dans le grès des Vosges que dans le grès bigarré ; cependant on y en trouve quelquefois dans ses parties moyennes et surtout dans ses parties inférieures : je puis citer pour cette particularité la vallée de la Petite-Pierre, la vallée de la Zinzel, près de Craussthal, les environs de Dabo, etc.

On rencontre aussi, dans le grès des Vosges, des noyaux, en forme d'amande, d'une argile d'un rouge de brique.

Stratification du grès des Vosges.

Les couches successives, dont l'épaisseur varie de $0^{m}50$ à 1 mètre, diffèrent les unes des autres par des nuances de couleur, par de petites différences dans le grain ou la cohésion, par la faculté plus ou moins grande de résister aux intempéries de l'air, et par l'absence ou la présence, et l'abondance plus ou moins grande, de galets d'une nature particulière, propres au grès des Vosges, et qui en font souvent un véritable poudingue à pâte de grès. Ces couches sont quelquefois très-nombreuses, et alors la formation du grès des Vosges acquiert une grande puissance.

M. Rozet lui a reconnu, dans les environs de Raon-l'Étape, plus de 500 m. d'épaisseur.

Les galets que contient le grès des Vosges sont presque toujours quartzeux. Leur surface, toujours plus ou moins bien arrondie, présente quelquefois de petites facettes qui réfléchissent vivement les rayons du soleil; mais, le plus habituellement, elle est très-unie. Beaucoup de ces galets sont formés d'un quartz gris rougeâtre ou blanc grisâtre, à cassure inégale et très-souvent un peu grenue, offrant quelques indices de structure schisteuse. Il existe aussi des galets de quartz gris rougeâtre ou rouge, fréquemment nuancés de veines plus ou moins foncées. Un grand nombre sont traversés par des veines ou petits filons de quartz blanc. Des galets d'un quartz très-blanc, ordinairement compacte, quelquefois grenu, sont aussi très-communs dans le grès des Vosges. Enfin on y rencontre souvent des galets de quartz noir, compacte ou grenu. Le granité, le leptynite et le gneiss ont fourni, en outre, quelques galets; mais ils sont presque toujours plus ou moins décomposés. Cailloux roulés répandus dans le grès des Vosges.

Les galets quartzeux que renferme le grès des Vosges ont, comme ce grès lui-même, des caractères assez semblables dans les diverses parties de la chaîne, et les principales variétés qu'on y observe se trouvent toujours à peu près dans les mêmes proportions.

Les galets quartzeux grisâtres ou rougeâtres du grès des Vosges étant le plus généralement un peu grenus, et présentant tous les passages depuis le quartz compacte à éclat gras jusqu'à un conglomérat quartzeux incontestable, et les galets de quartz noir avec petits filons blancs ayant tous les caractères du kiesel-schiefer, on peut regarder comme très-probable que les cailloux quartzeux du grès des Vosges proviennent de la destruction de roches plus anciennes qui contenaient, soit en couches, soit en rognons, du kiesel-schiefer, du quartz blanc translucide, souvent laiteux, divisé par de petites veines micacées, et diverses variétés de quartz compacte, également micacé, passant par nuances insensibles à un conglomérat quartzeux. Origine probable de ces cailloux roulés.

Dans la partie septentrionale des Vosges, dans les vallées de Weitersheim, de Dossenheim, de Dabo, dans les rochers au-dessus de Rheinhardmünster, les galets contenus dans le grès des Vosges, et qui sont très-abondants dans certaines couches, sont assez petits et fréquemment très-peu arrondis. Aux Variations dans l'abondance, la grosseur et le degré d'usure



de ces cailloux roulés.

environs de Colmar, ces galets, qui sont quelquefois très-abondants, sont moyennement de la grosseur d'une noix[1]. Dans toute la partie S. et S. O. des Vosges, au contraire; dans la vallée dite *Basse-des-Rouges-Eaux*, au S. O. de Saint-Dié; au Spiémont, près de Champdray; à Docelles; sur la montagne de Grimouton; dans les bois de Remiremont; au Val-d'Ajol; à Melisey, aux environs de Guebwiller, etc., les galets quartzeux que renferme le grès des Vosges sont gros et très-bien arrondis: leur grand diamètre a souvent plus de deux décimètres. Dans quelques-unes de ces localités, le grès des Vosges est à gros grains et très-dur. Il semble qu'il soit toujours arrivé la même quantité de gros grains de sable et de ciment siliceux, mais que les petits grains aient manqué, et, en même temps, que les galets apportés, quoique beaucoup plus arrondis, se soient trouvés beaucoup plus gros. Il est à remarquer que, dans les parties que je viens de citer, le grès des Vosges est moins épais que dans le N.; et cette circonstance, jointe aux précédentes, paraît indiquer un dépôt opéré sous une nappe d'eau peu profonde et probablement sur un rivage.

Je ne dois pas omettre de dire qu'il n'existe pas une dégradation continue de grosseur et de caractères qui permette de regarder les grains quartzeux du grès des Vosges comme étant la limite extrême des galets qu'il contient. Ces cailloux, toujours plus ou moins arrondis, semblent, au contraire, former une classe bien distincte de celle des grains quartzeux, essentiellement anguleux et d'apparence souvent cristalline, qui sont l'élément principal du grès.

Rareté des débris organiques dans le grès des Vosges.

Les débris organiques sont très-rares dans le grès des Vosges. On n'y observe, de débris animaux, que quelques empreintes de coquilles contenues dans les galets de quartzite du poudingue, et, par conséquent, étrangères à sa formation.

Les débris végétaux y sont eux-mêmes excessivement rares; cependant M. le docteur Mongeot a trouvé, dans les poudingues de Boremont, des empreintes parfaitement conservées du *calamites arenaceus*, et M. Hogard a recueilli à Bains et à Plombières, dans un grès qu'il rapporte au grès des Vosges, différentes tiges de calamites[2].

Caractères.

La description qu'on vient de lire s'applique à la masse principale du

[1] J. Fournet, *Notes inédites.*

[2] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 250.

grand dépôt arénacé des Vosges. Dans la partie inférieure de ce dépôt, on observe quelquefois des couches qui diffèrent très-notablement du reste de la masse, à laquelle elles se lient cependant par une dégradation insensible de caractères et par la continuité de la stratification. Elles sont moins solides, et contiennent peu ou point de ces galets de quartz arrondis qui se font si généralement remarquer dans le grès des Vosges. Leurs éléments sont ordinairement plus grossiers, moins bien agglutinés et plus diversement colorés que dans le reste de la masse. Souvent leur couleur rouge est plus foncée, et souvent aussi elles offrent des parties jaunes ou d'un gris bleuâtre. Certaines couches sont presque argileuses, et présentent des strates fissiles et couverts de paillettes de mica blanchâtre, qu'on ne rencontre que très-rarement dans le grès des Vosges proprement dit, mais qu'on retrouve en abondance dans le grès bigarré. Quelquefois ces couches argileuses renferment un grand nombre de cristaux de feldspath blanc en décomposition, qui leur donnent un aspect pseudo-porphyrique. qui distinguent les parties inférieures du grand dépôt arénacé des Vosges.

Certaines couches des plus inférieures passent à un conglomérat très-grossier et peu cohérent, formé de fragments de porphyre et de roches anciennes.

En général, cette partie inférieure du grand dépôt arénacé des Vosges a une ressemblance frappante avec le grès auquel les mineurs allemands ont donné le nom de *rothe todte liegende,* et qui est communément désigné sous le nom de *grès rouge.* Ces caractères sont ceux du grès rouge, *rothe todte liegende.*

Ces couches particulières, qui paraissent manquer ou se réduire à peu de chose dans beaucoup de localités, s'observent très-bien, et dans un grand développement, près de Ronchamp (Haute-Saône); dans la partie supérieure du Val-d'Ajol, près d'Hérival (Vosges); près de Bruyères, de Saint-Dié, de Sénones et de Saales (Vosges), et près de Villé (Bas-Rhin); enfin, dans la partie septentrionale du Ban-de-la-Roche, sur les confins des départements des Vosges et du Bas-Rhin.

Aux environs de Ronchamp (Haute-Saône), on voit le grès rouge superposé au terrain houiller, qui sera décrit ultérieurement, et recouvert par des lambeaux du grès des Vosges. Grès rouge des environs de Ronchamp.

Au-dessus du point le plus bas atteint par les travaux d'exploitation, qu'on a ouverts sur la couche de houille principale et qu'on a conduits en s'enfonçant suivant sa pente, on a creusé, en 1821, un puits d'extraction

qui a percé, sur une hauteur de plus de 100 mètres, toutes les couches dont elle est recouverte. Au-dessus de l'argile schisteuse noire qui sert de toit à la houille, on a rencontré une argile solide ou argilolithe, peu dure, à cassure unie, très-peu ou point schisteuse, non effervescente, assez pesante, renfermant un grand nombre de paillettes de mica blanchâtre. La partie inférieure de la couche, qui a plusieurs mètres d'épaisseur, est d'un bleu verdâtre pâle avec taches amarantes; la partie supérieure est d'un rouge amarante assez foncé avec taches bleuâtres. Cette argilolithe, qui paraît former la première assise du grès rouge (*rothe todte liegende*), se montre au jour en plusieurs points des environs de la houillère, et s'élève isolément à une assez grande hauteur sur la pente des montagnes de transition.

Argilolithe à la partie inférieure du grès rouge.

Poudingue.

Au-dessus de cette couche, on trouve, dans le puits, une couche assez épaisse de poudingue, contenant des fragments aplatis, de grosseur variable, de schiste argileux verdâtre tendre et facile à rayer, et des fragments de roches feldspathiques, ainsi que des cristaux de feldspath qui semblent provenir de la destruction de roches préexistantes. Le ciment est de couleur amarante, et semble de même nature que la partie supérieure de la couche argileuse précédente.

Couches alternatives de grès et d'argilolithe.

Le puits traverse, au-dessus de ce poudingue, une couche d'argilolithe amarante, et des couches successives de grès de divers grains, et de terre rouge semblable à celle qu'on voit, au jour, sur les flancs des collines situées entre la houillère et la chapelle de Bourg-les-Monts. Ici des ravins permettent d'observer la succession des couches sur une grande hauteur. Au pied N. E. de ces monticules, à peu de distance d'un point où affleure l'argile schisteuse noire impressionnée du terrain houiller, on aperçoit un grès verdâtre assez friable, qui paraît faire partie du poudingue mentionné plus haut. Il est immédiatement recouvert par une couche d'une argilolithe amarante, un peu schisteuse, à surfaces de séparation luisantes, presque terreuse, et non effervescente. Cette couche argileuse renferme de petites veines d'un poudingue semblable, par la forme et la nature des fragments, ainsi que par le ciment qui les unit, à celui qui existe dans le bas du puits.

La partie supérieure de cette même couche argileuse est d'un rouge plus vif, qui approche de celui de l'oxyde de fer, et présente des taches d'un

bleu pâle; elle est immédiatement surmontée par une couche formée de fragments anguleux de roches de transition, faiblement agglutinés par un ciment terreux rouge. On y distingue particulièrement des fragments de schiste argileux et d'un porphyre à pâte de feldspath brun, à cristaux de feldspath blanc, et contenant des grains d'amphibole. Ce conglomérat est recouvert par un grès très-grossier, très-peu cohérent, de couleur variable, qui alterne avec des couches d'une argile d'un rouge ferrugineux très-foncé, non effervescente. Une des variétés du grès est composée de petits fragments de feldspath, de grains amorphes de quartz, de quelques fragments anguleux de diverses roches qui le rapprochent du conglomérat précédent, et d'un assez grand nombre de fragments arrondis de schiste argileux verdâtre, qui lui donnent de l'analogie avec le poudingue situé quelques mètres au-dessous. Le ciment, peu abondant, est d'un blanc rougeâtre, avec des taches d'un noir jaunâtre. On voit quelquefois, dans ce grès, des cristaux de feldspath.

Conglomérats grossiers.

L'argilolithe, qui, en quelques points, prend une teinte violette, empâte quelquefois de petits grains de diverses natures, ce qui forme un passage au grès. On y trouve assez souvent des cristaux de feldspath blanc en décomposition, et des fragments arrondis analogues à ceux du poudingue ci-dessus. Ces argilolithes présentent aussi, fréquemment, des taches circulaires d'un bleu très-clair.

Divers accidents que présente le grès rouge.

A mesure qu'on s'élève, le grès acquiert un grain plus fin et plus de solidité. Les fragments anguleux disparaissent; mais il ne prend pas encore un aspect identique avec celui du grès des Vosges ordinaire : il conserve quelque chose de plus terreux et de plus grossier. Quelquefois un même morceau contient des veines assez fines et d'autres très-grossières : on remarque toujours, dans celles-ci, un mélange de petits fragments mal arrondis de quartz et de feldspath en décomposition. Dans quelques parties qui forment des taches irrégulières, le ciment devient noirâtre et les grains adhèrent très-faiblement. La couleur noire de ces taches est probablement due à de l'oxyde de manganèse. Ces taches noires se montrent aussi dans des échantillons à grains très-fins, et sont alors très-petites. Ce même grès offre des taches circulaires blanchâtres ou d'un bleu clair : on y trouve des strates chargés de paillettes de mica blanchâtre, parallèles à la stratification, qui les rendent assez fissiles et leur donnent de l'analogie avec les grès des parties supé-



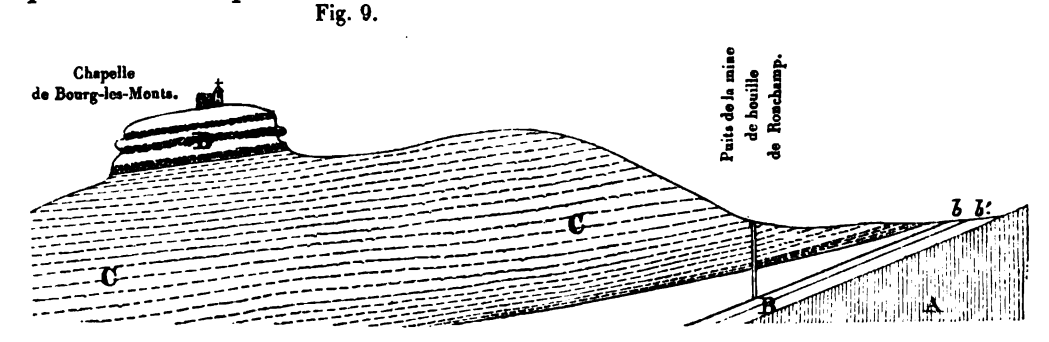
rieures du terrain de grès bigarré; mais c'est un accident rare dans la formation dont nous parlons en ce moment.

Toutes ces roches ont la plus grande analogie avec le grès rouge proprement dit (*rothe todte liegende*), tel qu'il se montre en Thuringe.

Grès rouge sur les pentes de la colline de Bourg-les-Monts.

Les couches que j'ai décrites ci-dessus peuvent encore se voir très-commodément sur la pente S. E. des mêmes collines, dans la direction de Ronchamp à la chapelle de Bourg-les-Monts. Le dessin ci-dessous en présente la coupe.

Fig. 9.



Coupe de la mine de Ronchamp à la chapelle de Bourg-les-Monts.

Dans les ravins qui sillonnent cette pente à différentes hauteurs, j'ai surtout remarqué une grande épaisseur de couches argileuses rouges, amarantes, ou bigarrées de rouge et de gris bleuâtre. Vers le milieu de la colline, ces couches alternent avec diverses couches de grès rouges peu solides, parmi lesquels j'en ai observé un à grains fins, d'un aspect terreux, offrant une multitude de petites taches noires dues à de l'oxyde de manganèse. J'y ai aussi trouvé un grès analogue au précédent, et, comme lui, tacheté de manganèse, qui m'a paru remarquable en ce que, outre de petits fragments irréguliers de quartz et de roches feldspathiques en décomposition, éléments essentiels du grès rouge, on y rencontre des fragments anguleux et bien distincts de porphyre d'un rouge violacé, qui le rapproche des couches de conglomérat les plus basses et les mieux caractérisées du grès rouge (*rothe todte liegende*).

Grès des Vosges à la cime.

La chapelle de Bourg-les-Monts est bâtie sur un sommet isolé qui domine tous les points voisins, et qui est formé de couches presque horizontales, et légèrement inclinées au S. O., de grès des Vosges parfaitement déterminé, contenant un grand nombre de galets quartzeux, et conformes, à tous égards, à la description générale donnée plus haut.

Sur la pente S. E. de la montagne, on trouve des carrières et des parties éboulées, où on peut voir et toucher la superposition immédiate de la première couche de grès des Vosges proprement dit sur la plus élevée des couches alternatives d'argiles rouges et de grès rouges, peu solides, qui constituent le corps de la montagne. Superposition.

La stratification du grès des Vosges est parallèle à celle de ces dernières couches, qui paraissent se lier avec lui par l'intermédiaire de plusieurs des couches de grès qui y sont comprises, et dont les supérieures renferment déjà à peu près les mêmes éléments que le grès des Vosges, agglutinés par un ciment plus abondant. Ainsi le grès des Vosges repose incontestablement sur les conglomérats rouges, déjà cités comme les équivalents exacts des couches connues en Allemagne sous le nom de grès rouge (*rothe todte liegende*). Stratification parallèle et liaison des deux grès.

Le sol de la dépression que laissent entre elles les Vosges et les petites montagnes de transition qui s'étendent, par le Salbert, d'Anjoutey vers Étobon et les bois de Saulnot, est presque entièrement formé par les couches alternatives de grès grossier peu solide et d'argile rouge que je viens de signaler comme représentant précisément le grès rouge. Bassin occupé par le grès rouge.

Ces couches étant très-peu cohérentes, le sol est presque toujours très-raviné, pour peu qu'il s'élève au-dessus des cours d'eau. Le terrain houiller paraît exister, en plusieurs points, au-dessous de ce dépôt. De nombreux travaux de recherches l'ont atteint aux environs de Romagny, d'Estufont et de Gros-Magny; il s'est montré aussi à la Charme entre Anjoutey et Éloyes : mais partout il s'est trouvé pauvre en houille, et surtout dans un état de dislocation très-défavorable aux travaux.

L'espèce de bassin qui nous occupe est limité au S. O. par une ligne de montagnes de grès des Vosges, qui se prolonge de la chapelle de Bourg-les-Monts au vieux château d'Etobon et au delà. L'escarpement de ces montagnes est tourné vers le bassin, et la partie inférieure de leurs pentes présente, sur une grande épaisseur, des couches argileuses et des couches friables d'un grain grossier, qui constituent la partie inférieure de la formation du grès des Vosges, immédiatement superposées en grès rouge proprement dit. Parmi ces couches, on en trouve dont les fissures de stratification sont fortement chargées de mica. On y remarque aussi de petites couches ou des veines dont le ciment amarante ou bleuâtre est calcaire, Montagnes de grès des Vosges, qui le limitent au S. O. Veines de dolomie qui s'y trouvent.

ou du moins fortement effervescent, et des veines bien caractérisées d'une dolomie cristalline.

Grès rouge dans la partie supérieure du Val-d'Ajol.

Au S. de Remiremont, le grès des Vosges, qui couronne la montagne des bois de Remiremont, repose sur le grès rouge. Ce grès rouge s'observe surtout, avec un grand développement, aux environs d'Hérival, dans les différents vallons qui se réunissent pour donner naissance au Val-d'Ajol. Il semble remplir, dans le terrain granitique, une série de dépressions dirigées à peu près de l'E. à l'O.; mais il se présente à des niveaux très-inégaux. Les bois situés au S. O. du vallon d'Hérival croissent sur des montagnes formées par le grès rouge et les argilolithes qui en font partie: quoiqu'elles soient assez hautes, le grès des Vosges ne se trouve pas à leur cime. La ferme de la Croisette, située à une assez grande hauteur, au point de partage entre le vallon d'Hérival et la vallée de la Moselle, est assise sur les conglomérats grossiers du grès rouge qui s'élèvent encore davantage sur les pentes environnantes, tandis que les argilolithes du grès rouge sont exploitées comme pierre à four à la Poirie, au pied du flanc opposé de la vallée de la Moselle, au niveau de cette rivière sur sa rive droite[1].

Argilolithe de Faymont; troncs silicifiés.

A Faymont, dans la partie supérieure du Val-d'Ajol, on aperçoit, presque au pied du flanc occidental de la vallée, un porphyre quartzifère décomposé et une argilolithe d'un blanc bleuâtre et bariolée de rouge. Cette argilolithe, qui fait partie du dépôt du grès rouge, est exploitée, et on y rencontre un grand nombre de troncs silicifiés qui, suivant toute apparence, ont appartenu à des conifères. Ils ont souvent plus de $0^m,30$ de diamètre, et rappellent ceux qui existent dans le grès rouge, à Chemnitz en Saxe et dans d'autres localités.

Ce système de porphyre et d'argilolithe repose immédiatement sur un granite à petits grains, qui contient, dans certaines veines, beaucoup de petites aiguilles de tourmaline noire. Le tout est recouvert par le grès bigarré.

Observations de Guettard et Lavoisier.

Il ne sera peut-être pas sans intérêt de voir à quelles considérations Guettard et Lavoisier se sont livrés sur l'argilolithe dont nous venons de parler, à la suite du voyage qu'ils ont fait dans ces contrées en 1767. Elles sont consignées dans un Mémoire intitulé : *Expériences sur une espèce de*

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 251.

stéatite blanche, qui se convertit seule au feu en un beau biscuit de porcelaine, lu à l'Académie des sciences le 5 septembre 1777, et imprimé dans le volume des Mémoires de l'Académie pour 1778, page 4.... « Parmi un assez « grand nombre de terres que nous avons ramassées en France, dans diffé- « rents voyages que nous avons faits, M. Guettard et moi, dit Lavoisier, et « sur lesquelles j'ai fait, depuis, quelques expériences, il n'en est qu'une « seule qui ait paru réunir la blancheur, la ténacité suffisante et la qualité « réfractaire qui caractérisent la bonne terre à porcelaine..... » (Il paraît que le kaolin de Saint-Yrieix n'était pas connu à cette époque.)

« Le coteau où se trouve cette terre est situé à une lieue et demie à l'O. « de Plombières; le *Haut-du-Seuil* est situé au haut du coteau, et *Faymont* « dans le bas : circonstances suffisantes pour en déterminer assez exactement « la position pour qu'il ne soit pas possible de s'y méprendre.

« La hauteur du coteau, depuis le Haut-du-Seuil jusqu'au niveau du ruis- « seau qui passe à Faymont, est de 450 à 500 pieds environ, mesurés par « le baromètre; il est composé, dans le haut : 1° de terre végétale légère « et sableuse, entremêlée, en quelques endroits, de pierres sableuses « plates, de rochers horizontaux, de sable d'un grain fin, et qui approche « beaucoup de l'espèce de grès dont on fait les meules de rémouleur (grès « bigarré). Ces pierres sableuses occupent environ la moitié du coteau; « au-dessous, on trouve des granites en bancs continus inclinés à l'horizon; « enfin, presque dans le bas et à 30 pieds environ du niveau du fond de « la vallée, on trouve un banc, de 7 à 8 pieds d'épaisseur, d'une terre « blanche, verdâtre en quelques endroits, d'un grain très-fin, assez doux « au toucher, et qui tient beaucoup de la stéatite.

« C'est la terre blanche de ce banc qui fait l'objet de ce Mémoire. Au- « dessous, on trouve un banc, d'égale épaisseur, d'une terre à peu près de « semblable nature, mais qui, au lieu d'être blanche, est d'un vert pâle « assez agréable. Cette couleur s'affaiblit beaucoup lorsque la terre se sèche.

« Cette terre blanche est très-pure dans toute l'étendue du banc, et on « pourrait même se dispenser de la laver : elle n'a besoin, pour être em- « ployée à faire de la porcelaine, que d'être battue et corroyée, après quoi « elle est susceptible de souffrir le tour et le moule; et, cuite à l'aide d'un « feu très-violent, elle donne seule, et sans addition d'aucune autre ma- « tière, une belle porcelaine assez blanche, gresseuse, infusible au plus

« haut degré de feu connu, et qui, d'après le petit nombre d'expériences « auxquelles nous l'avons soumise, nous a paru réunir tous les caractères « de perfection qu'on peut désirer.

« Le banc de cette terre paraît avoir une très-grande continuité. Celui « qui est au-dessous, et qui a une teinte verdâtre très-marquée, peut être « employé à faire des poteries de grès et des ustensiles de ménage : nous « nous en sommes assurés par des expériences. »

Liaison du grès rouge avec le porphyre rouge quartzifère.

Ce que les grès rouges de la partie supérieure du Val-d'Ajol ont peut-être de plus intéressant pour la géologie, c'est leur liaison avec le porphyre rouge quartzifère. Ce porphyre présente une pâte de feldspath compacte, d'un rouge de brique très-foncé, dans lequel sont disséminés des cristaux de feldspath rougeâtre et de nombreux grains de quartz hyalin. Il se rencontre dans tout le fond du vallon d'Hérival, où il offre presque constamment des taches anguleuses, qui ne sont autre chose que des fragments de porphyre empâtés dans un porphyre d'une nuance un peu différente. Souvent la structure bréchiforme devient d'autant plus marquée, qu'avec les fragments de porphyre on en trouve de granite et de gneiss. Ce porphyre bréchiforme constitue un passage évident aux conglomérats du grès rouge, qui se composent ici, en grande partie, de fragments de porphyre et de roches anciennes, enveloppés dans une argile ocreuse, qui n'est, suivant toute apparence, que le résultat de la décomposition du porphyre.

En suivant, vers le N. E., la lisière intérieure de la bande de grès des Vosges, appuyée sur le pied N. O. des montagnes anciennes, on y voit, en différents endroits, le grès rouge paraître au-dessous du grès des Vosges. Cependant il ne s'y montre pas d'une manière continue : car, dans beaucoup de localités, le grès des Vosges repose directement sur le granite ou sur les autres roches décrites précédemment.

Grès rouge du bassin de Bruyères.

Le bassin dans lequel sont situés Bruyères, Brouvelieures et Belmont, est creusé dans le grès des Vosges, qui est enlevé dans toute son épaisseur, de manière que le grès rouge qui le supporte constitue le fond de la dépression : il reste cependant des lambeaux ou espèces de témoins de grès des Vosges, qui sont taillés en pains de sucre ou en dômes irréguliers, notamment la montagne du Château et le mont Avison, tout près de Bruyères. Le grès des Vosges forme aussi, tout autour de ce bassin, une enceinte dont la vallée de la Mortagne est la continuation. La montagne couverte de sapins qui sépare

ce même bassin de la vallée de la Chapelle et de Granges est composée de grès des Vosges, dans lequel on remarque des couches de poudingue à très-gros galets quartzeux, et dont les assises supérieures sont à très-gros grains.

Grès rouge; veines de dolomie.

Au pied septentrional de cette dernière montagne, près du hameau de la Broquaine, on observe le grès rouge en place dans un chemin creux. Il est de couleur lie de vin et gris bleuâtre; il rappelle complétement celui de Ronchamp, et ne contient de même que des fragments anguleux et aucuns galets véritablement roulés. On y rencontre de petits fragments anguleux de quartz, des grains de feldspath en décomposition et des fragments anguleux de granite à petits grains à moitié décomposé. En descendant de l'église isolée de Belmont vers le S. E., on trouve dans ce grès rouge des veines de dolomie cristalline.

Grès rouge des environs de Saint-Dié.

Dans tous les environs de Saint-Dié, le grès rouge se montre sur une grande étendue, présentant les mêmes caractères que près de Bruyères, et formant de même la base des montagnes de grès des Vosges.

Porphyres de l'Hôte-du-Bois.

A l'Hôte-du-Bois, près de la Bourgonce, sur la route de Saint-Dié à Rambervillers, on voit paraître le porphyre quartzifère au milieu du grès rouge qui s'y rattache probablement, et qui constitue le sol des larges dépressions que circonscrivent les montagnes de grès des Vosges. Ce porphyre renferme un grand nombre de grains de quartz, dont la cassure est vitreuse et très-brillante; on y remarque aussi les cristaux blancs de feldspath orthose, dont l'éclat et le fendillement rappellent le ryacolithe des trachytes. Quelques paillettes de mica noir y sont disséminées.

Le grès rouge traverse la chaîne des Vosges.

A partir des environs de Saint-Dié et de Raon-l'Étape, le grès rouge s'étend, d'une manière presque continue, à travers toute la chaîne des Vosges, en suivant le fond de la grande lacune qui sépare les montagnes granitiques de Sainte-Marie-aux-Mines du massif du Champ-du-Feu. Une vaste dépression existait évidemment, à cette époque, entre le massif du Champ-du-Feu et le reste de la chaîne. Le grès rouge s'y est déposé, et il y a même été recouvert par une masse continue de grès des Vosges, qui joignait la bande occidentale à la bande orientale, mais qui a ensuite été, en grande partie, détruite, et dont il reste seulement quelques témoins, tels que le Climont et l'Ungersberg.

Grès rouge du val de Villé.

Par suite de cette démolition presque complète du grès des Vosges, le grès rouge se montre au jour dans une foule de points du val de Villé. Il

y est généralement d'un aspect grossier. Il se compose de grains de toute grosseur, liés par un ciment rouge, tirant un peu au rouge amarante, quelquefois bariolé de blanc bleuâtre et de noir. On y remarque des taches colorées en noir par le manganèse, où les grains sont facilement désagrégeables. Le grain en est variable, souvent très-grossier; et, en général, il est peu cohérent.

Dans certains échantillons, on voit des fragments anguleux assez gros de gneiss, de granite, de porphyre et de diverses roches feldspathiques. On y rencontre aussi des morceaux de quartz blanc. Les fragments anguleux de roches anciennes et de porphyre rapprochent ce grès du conglomérat de Ronchamp. Il renferme des couches d'argilolithes rouges, bleuâtres ou bariolées de ces deux couleurs.

Troncs silicifiés dans l'argilolithe du grès rouge, à Triembach.

Le village de Triembach est bâti, en grande partie, sur un grès grossier très-fragmentaire, qui alterne avec des argilolithes rouges ou d'un bleu verdâtre, très-analogues minéralogiquement aux marnes irisées. A l'entrée N. O. du village, en descendant du bois, l'encaissement d'un chemin creux est formé par le grès rouge très-fragmentaire avec lits d'argilolithe. Ces argilolithes rappellent celles de Faymont dans le Val-d'Ajol; et, sur le coteau situé entre Villé et Triembach, on trouve des troncs siliceux qui proviennent du grès rouge, et qui rappellent aussi ceux de Faymont.

Grès rouge très-épais à Fouchy.

Le grès rouge est quelquefois très-épais dans le bassin de Villé. Un sondage a été pratiqué à Fouchy pour la recherche de la houille; il a pénétré à 119 mètres dans du grès rouge très-solide.

Dolomies dans la partie supérieure du grès rouge.

En divers points de la contrée que nous parcourons, on observe, à la partie supérieure du grès rouge, des amas plus ou moins continus de dolomie. Au haut du vallon des Mines, au N. O. de Lubine, on voit le grès rouge très-fragmentaire reposer sur un schiste vert qui passe au gneiss. Au pied occidental du Mont, sur le chemin de Lubine à Saales, un peu avant les Hauts-Prés, on trouve des dolomies qui contiennent, en amas irréguliers, des agates, quelquefois rubanées, coupées par des petits filons de quartz hyalin. Elles forment des couches courtes et irrégulières ou des espèces d'amas dans la partie supérieure du grès rouge. Au pied septentrional de la montagne d'Hortomont, près de Sénones, cette dolomie constitue, dans le grès rouge, des masses irrégulières ayant jusqu'à 5 mètres de puissance. Elle est généralement grisâtre et à petits grains; mais elle offre quelques

parties lamellaires, rouges ou blanches. Le grès rouge y forme des ramifications irrégulières. Elle enveloppe des noyaux irréguliers d'agate rougeâtre. On observe aussi, près du Hang, une masse de dolomie qui est recouverte par une couche de grès, et dans laquelle on trouve des rognons d'une agate d'un rouge très-vif [1].

Rognons d'agate dans les dolomies.

Ces dolomies sont fréquemment mélangées de grains de quartz, et colorées par le ciment rubigineux du grès rouge; elles renferment même, comme ce grès, des fragments de diverses roches.

Malgré leur irrégularité, quelques géologues les ont considérées comme l'équivalent géologique du zechstein de la Thuringe.

Ces dolomies correspondent peut-être au *zechstein*.

C'est à une petite hauteur au-dessus de ces dolomies que s'effectue le passage du grès rouge au grès des Vosges. Ce passage, qui se remarque très-bien au Mont ainsi qu'en divers autres points de la contrée, s'opère par degrés insensibles, et les couches de grès des Vosges sont concordantes avec celles du grès rouge qu'elles recouvrent.

Passage du grès rouge au grès des Vosges.

Plus au N. encore, on retrouve le grès rouge sur les deux pentes du massif du Donon : d'une part, au N. O. de Schirmeck, au pied des escarpements de grès des Vosges sur lesquels s'élèvent les ruines du vieux château de la Muraille, et jusque dans la vallée de Nydeck; et, de l'autre, près de Raon-sur-Plaine.

Grès rouge au pied du Donon.

Sur l'un et l'autre versant, il contient des fragments anguleux de quartz et de diverses roches anciennes de la contrée, telles que granites, diorites, amphibolithes, porphyres, schistes, et même des fragments calcaires. Ces fragments ont conservé leur forme générale anguleuse. Leurs angles sont seulement émoussés, et leur surface est polie, souvent luisante, et colorée en rouge par le ciment qui les enveloppe. Dans les deux localités, ce grès rouge grossier renferme des dolomies en couches subordonnées ou en amas aplatis et alignés. Près de Raon-sur-Plaine, on trouve tous les fragments ordinaires du grès rouge enchâssés dans la dolomie.

Dans ce dernier endroit, le grès rouge est accompagné d'un porphyre rouge quartzifère, auquel il se rattache probablement; mais sa liaison avec le porphyre, par une série de conglomérats où le porphyre quartzifère domine de plus en plus, est surtout manifeste dans le lam-

Liaison du grès rouge avec le porphyre rouge quartzifère.

[1] Graffenauer, *Minéralogie des départements du Haut et du Bas-Rhin*, Strasbourg, 1806, p. 107.

beau situé au N. O. de Schirmeck, entre Viche et les escarpements du château de la Muraille. Ici l'enchevêtrement est tel, qu'on a été obligé de colorier le tout, sur la carte géologique, avec la couleur consacrée au porphyre rouge quartzifère (π), qui n'occupe cependant qu'une partie du terrain. Plusieurs de ces masses de porphyre sont en décomposition.

Porphyre rouge quartzifère de la vallée de Nydeck.

La plus intacte de ces masses, et celle qu'il est le plus facile d'observer, se trouve au fond du vallon de Nydeck, où elle offre un bel escarpement présentant une sorte de niche, dans laquelle se précipite une cascade renommée par son aspect pittoresque.

Le porphyre de la cascade de Nydeck se compose d'une pâte feldspathique rougeâtre, qui renferme un grand nombre de grains amorphes de quartz hyalin incolore. On aperçoit, dans une grande partie de sa masse, des taches anguleuses, qui montrent clairement que ce n'est qu'un conglomérat, dont les fragments sont solidement agglutinés par une pâte de même nature dans laquelle ils se sont en partie fondus. Malgré cette origine, il forme une masse continue très-cohérente, divisée en prismes verticaux très-minces, ayant souvent moins de $0^{m},06$ de diamètre. Ces prismes sont remarquables par leur longueur, et constituent un escarpement d'environ 20 mètres de hauteur, qui peut rivaliser avec les plus belles colonnades trachytiques. Sa structure bréchiforme rappelle aussi certains trachytes, notamment celui qui forme des rochers sur les bords du golfe de Naples, un peu à l'E. de Pouzolles. En suivant le vallon de Nydeck, on voit ce porphyre bréchiforme passer à un conglomérat porphyritique, qui lui-même se confond bientôt avec le grès rouge.

Remarques sur la structure du terrain de porphyre et de grès rouge.

Le grès rouge, composé en partie de débris du porphyre rouge quartzifère plus ou moins solidement agglutinés, et lié, par une transition graduelle, aux parties bréchiformes des masses porphyriques, a évidemment, avec ces masses, des rapports fort analogues à ceux que les tufs trachytiques stratifiés, tels que ceux du Mont-Dore, de la Hongrie, des champs Phlégréens, etc., présentent eux-mêmes avec les masses trachytiques.

Les conglomérats qui accompagnent le porphyre quartzifère de Nydeck, et auxquels il se lie d'une manière si intime, semblent établir quelque différence entre le mode d'éruption de ce porphyre et le mode d'éruption des porphyres quartzifères plus anciens et à plus gros cristaux, que nous avons décrits dans la partie centrale des Vosges, où ils passent au

granite porphyroïde. Le terrain de porphyre quartzifère et de grès rouge, développé comme il l'est dans le canton dont nous venons de parler, offre, quant à sa structure générale, des rapports assez marqués avec le système du porphyre brun de la partie méridionale de ce système; cependant il manque des parties scoriacées et des pétrosilex impressionnés, qui forment deux des traits remarquables du système du porphyre brun.

Le grès rouge est loin de s'étendre sur toute la surface des roches anciennes des Vosges. Il est concentré, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, dans certaines dépressions dont il paraît avoir comblé le fond. Souvent il y repose directement sur les roches cristallines ou sur les tranches des couches schisteuses; mais quelquefois aussi il en est séparé par le terrain houiller, qui occupe quelques parties du fond de ces mêmes bassins.

Le terrain houiller est très-peu développé dans les Vosges; et nous ne lui donnerons dans ce chapitre qu'une place peu étendue, proportionnée à la petitesse de sa masse, nous réservant d'y revenir dans le chapitre VII, consacré à l'ensemble des terrains houillers de la France, avec les détails commandés par son importance sous le point de vue de la recherche des combustibles fossiles.

Terrain houiller: il est peu développé dans les Vosges.

Le terrain houiller existe, dans les Vosges :

1° Dans le fond du bassin de Villé, où on le voit paraître au-dessous du grès rouge et du grès des Vosges, à Villé, à Lalaye, au pied oriental de l'Ungersberg, à la Hingrie (commune de l'Allemand Rombach) et à Lubine;

Localités où on l'observe.

2° A l'E. de Saint-Hippolyte, où on le distingue de même au-dessous du grès rouge et du grès des Vosges, près de Saint-Hippolyte et de Roderen; au N. O. du château de Hohen-Kœnisbourg (commune d'Orschwiller); à Schaentzel (près de Thannigel); près de l'ancienne verrerie de Ribeauvillé; à Thannenkirch et au Hury (près de Sainte-Croix-aux-Mines);

3° Dans le bassin situé entre le pied méridional des Vosges et les petites montagnes du Salbert et du ballon de Rope, près de Beffort. Il s'y observe au-dessous du grès rouge, à Ronchamp et à Champagney, et à la Charme, près d'Anjoutey.

Dans ces diverses localités, le terrain houiller ne se montre au jour que sur une faible épaisseur. Il est composé de grès et d'argile schisteuse.

Ses caractères généraux.

Le grès est formé de grains de quartz et de feldspath en décomposition, et

de paillettes de mica. L'argile schisteuse est habituellement noire ; cependant, à Ronchamp, elle est quelquefois rouge, ce qu'on peut attribuer à ce qu'elle doit son origine à la dégradation des schistes argileux rouges dont se compose en partie le terrain de transition ancien, aux environs d'Auxelles-Bas.

Le terrain houiller contient, dans les Vosges, quelques couches de houille généralement peu épaisses. Le grès et l'argile schisteuse présentent fréquemment des impressions végétales.

Ce même terrain renferme, près de Villé, une couche calcaire, et les argiles schisteuses, qui se montrent sur une grande épaisseur à sa partie supérieure, offrent plusieurs lits de gros rognons calcaires d'une forme tuberculeuse. Nous reviendrons avec plus de détails sur ces différents objets dans le chapitre VII de cet ouvrage, consacré spécialement à la description des divers dépôts houillers de la France.

Données que fournit le gisement des terrains sédimentaires sur les révolutions qui ont façonné les Vosges. La forme insulaire des Vosges est liée au gisement du grès des Vosges.

Indépendamment de la place que les terrains sédimentaires qui viennent d'être décrits remplissent dans les Vosges, les gisements qu'ils affectent, et qui les caractérisent eux-mêmes comme autant de formations distinctes, fournissent les données les plus importantes sur les révolutions qui ont façonné ces montagnes.

On a vu que le grès des Vosges y occupe des étendues considérables ; on peut ajouter que la configuration insulaire des Vosges est, en grande partie, déterminée par les circonstances de son gisement, et se lie d'une manière intime aux rapports de position qu'il offre avec le grès bigarré.

Le système du trias, dont le grès bigarré constitue la partie inférieure, forme autour des Vosges une zone presque continue, qui s'étend en général au pied des montagnes de grès des Vosges, comme une mer au pied d'une falaise dont elle baigne la base.

Falaise qui forme la terminaison des Vosges le long des plaines de la Lorraine.

Les montagnes des bois d'Hérival et de Remiremont, et celles de Grimouton, de la Tête-des-Cuveaux, de la Tête-de-la-Violle, du Gros et du Petit-Viramont, qui, au S. S. O. et au N. N. E. de Remiremont, s'élèvent subitement au-dessus du niveau général des plateaux de grès bigarré, sont composées ou couronnées par le grès des Vosges, et sont une partie de cette ancienne falaise au pied de laquelle le grès bigarré a été déposé.

Des plaines de la Lorraine on suit de l'œil, avec la plus grande facilité, cette longue falaise boisée qui forme la terminaison des montagnes.

Des environs d'Aydoiles, de Fontenay, de Girecourt, on voit la plaine de

grès bigarré aller se terminer au pied des montagnes couvertes de forêts qui la terminent à l'E., et qui sont composées de grès des Vosges.

De la route qui part de Rambervillers en se dirigeant vers Saint-Dié, l'aspect est tout à fait le même: le plan tangent aux ondulations de la route va couper les montagnes à une petite hauteur. On les suit au loin vers la droite, et on distingue les dômes de grès qui environnent Bruyères.

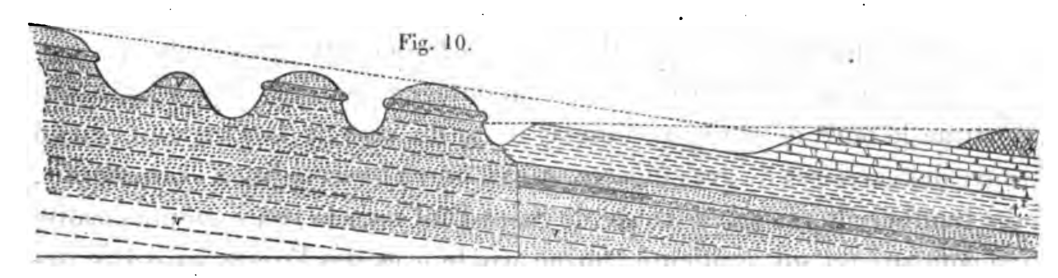
Des collines qui avoisinent Épinal, on aperçoit à l'E. 40° N. les montagnes qui avoisinent Raon-l'Étape, et on voit très-bien la zone des masses de grès aplaties et couvertes de forêts passer entre la plaine et les montagnes primitives à cimes arrondies et gazonnées, depuis les bords de la Moselle jusqu'aux sources de la Sarre.

Cette disposition continue à s'observer tout le long du flanc occidental des Vosges, jusque dans la Bavière rhénane. J'ai déjà indiqué comment, dans toute cette étendue, un plan appliqué sur les proéminences que présente la plaine ondulée du trias, dont le grès bigarré fait partie, irait couper, à une petite hauteur, les flancs des montagnes boisées que forme le grès des Vosges.

Cette disposition n'est pas moins manifeste lorsque, de l'un des sommets des montagnes de grès des Vosges situé à quelque distance dans l'intérieur de la région montagneuse, on considère leur terminaison vers la plaine.

Remarques géométriques sur la disposition de cette falaise.

Ainsi, par exemple, de la chapelle de Dabo, du Giesfels au-dessus de Rheinhardmünster, du Donon, de la montagne de Spiémont, près de Champdray, ou de toute autre montagne de grès des Vosges située d'une manière analogue, on voit la crête des montagnes de grès les plus extérieures se projeter sur la plaine de grès bigarré, qui paraît sortir de derrière elle, ainsi que l'indique la figure ci-dessous.



V. Grès des Vosges. t[1] Grès bigarré. t[2] Muschelkalk. t[3] Marnes irisées.

Coupe figurant la disposition relative du grès des Vosges et du trias.

L'examen détaillé de la situation du grès bigarré, au pied des montagnes de grès des Vosges, confirme les circonstances générales que je viens de signaler.

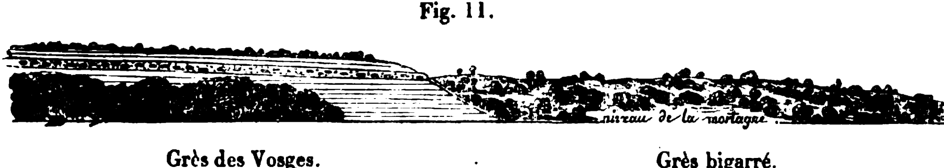
Disposition du grès bigarré au pied des montagnes.

Le grès des Vosges constitue, tout autour du bassin de Bruyères, une enceinte dont la vallée de la Mortagne est la continuation. Tout le système est incliné d'une manière très-sensible : car le grès rouge, qui, à Bruyères et à Belmont, atteint une hauteur assez considérable au-dessus des eaux de la Mortagne, ne se montre pas du tout dans la vallée de cette rivière; et le poudingue des assises supérieures du grès des Vosges, qui forme des rochers surplombants au haut des montagnes isolées de Bruyères, se présente au-dessus d'Autrey, sur les bords de la Mortagne, à la hauteur du grès bigarré, près duquel il finit abruptement, ou sous lequel il s'enfonce par une pente probablement plus rapide que la pente générale.

Vallée de la Mortagne.

La figure ci-dessous indique cette disposition.

Fig. 11.



Grès des Vosges. Grès bigarré.

Le flanc droit de la vallée de la Mortagne, vis-à-vis de Fremi-Fontaine.

Le grès bigarré ne s'élève pas sur les montagnes de grès des Vosges.

Le grès bigarré ne continue pas à s'étendre sur le grès des Vosges, lorsque ce dernier s'élève graduellement sur la rive gauche de la Mortagne, d'Autrey vers Bruyères. On ne l'aperçoit sur aucune des hauteurs qui existent autour ou dans l'intérieur du bassin de Bruyères, ce qui fait voir que le grès des Vosges avait éprouvé une dénivellation avant le dépôt du grès bigarré.

Ce n'est qu'au pied de la ligne de montagnes de grès des Vosges qui constitue le bord de la région montagneuse du côté de la Lorraine, qu'on trouve des carrières de grès bigarré. Ainsi, on en observe une à Jean-Mesnil, près Rambervillers, sur la route de Saint-Dié; mais la route monte ensuite une côte sur un sol accidenté, formé par le grès des Vosges en partie démantelé.

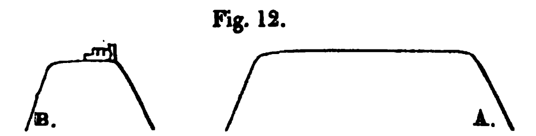
Une disposition analogue se manifeste plus évidemment encore au pied

oriental des Vosges, du côté de la plaine du Rhin. On la retrouve aussi vers le midi, dans le département de la Haute-Saône.

Grès bigarré juxtaposé au grès des Vosges, au pied des montagnes d'Étobon.

Parmi les exemples qui montrent que le grès bigarré s'est formé au pied et à côté des montagnes de grès des Vosges, déjà façonnées comme elles le sont aujourd'hui, on peut citer les montagnes de grès des Vosges du château d'Étobon (574 mètres), et du Chérimont (570 mètres), dans le département de la Haute-Saône, au midi de Ronchamp. Lorsqu'on se trouve à l'E. N. E. de ces montagnes; par exemple, lorsqu'on monte de la Charme vers Étueffont-le-Bas, on remarque leur aspect proéminent, dont le croquis ci-dessous donnera une idée.

Fig. 12.



La montagne d'Étobon et le Chérimont, vus des environs de la Charme.

La forme même du Chérimont, coupé à pic sur la droite vers A, fait voir que le grès bigarré, qui s'observe plus bas et plus à droite, entre Ronchamp et Clairegoutte, est juxtaposé au grès des Vosges.

Grès des Vosges entre Ronchamp et Clairegoutte, superposé directement au grès rouge.

Ce lambeau de grès bigarré peut encore être cité comme une preuve de la discordance qui existe entre la formation dont il fait partie et le système du grès rouge et du grès des Vosges : en effet, il repose immédiatement sur le grès rouge. Or, il est évident que, dans ces deux localités, le grès des Vosges a dû être déposé sur le grès rouge, qu'il recouvre tout à côté. Il faut donc qu'il ait été détruit dans l'intervalle qui s'est écoulé entre son propre dépôt et celui du grès bigarré.

Le dépôt du grès bigarré n'a pas succédé sans secousse au grès des Vosges.

Tous ces faits concourent à prouver que le dépôt du grès bigarré n'a pas succédé sans interruption, ou du moins sans secousse, à celui du grès des Vosges; que ce dernier avait été disloqué et même détruit en quelques points avant que le dépôt du grès bigarré commençât à s'opérer, et que la circonstance de gisement qui rend ces deux formations distinctes se lie d'une manière intime au relief des Vosges.

Il suffit d'analyser attentivement les formes générales des Vosges pour réduire cette disposition caractéristique à ses traits élémentaires. Nous avons déjà vu que la montagne des bois de Remiremont, celles de Grimouton, de la Tête-des-Cuveaux, de la Tête-de-la-Violle, du Gros et du Petit-Viramont,

du bois de l'Encerf, entre Éloyes et Bruyères, etc., font partie du bord des Vosges. La vallée de la Moselle longe le pied de ces montagnes de Remiremont à Éloyes; c'est à Éloyes qu'en tournant au N. O. pour se diriger vers Épinal, cette rivière quitte les Vosges définitivement pour entrer dans la région des collines de la Haute-Saône.

Faille qui détermine le bord occidental des Vosges aux environs de Remiremont.

Je ne pose pas ici une ligne de démarcation arbitraire : cette démarcation est déterminée, non-seulement par les formes extérieures du sol que j'ai décrites précédemment, mais aussi par les accidents de sa composition intérieure.

Quand on gravit les pentes granitiques qui dominent Éloyes, et qu'on monte sur la Tête-des-Cuveaux et sur d'autres montagnes plus rapprochées de Jarmenil, telles que les Grandes-Hayes et la Grande-Faxelière, on observe, à leur cime, des assises peu inclinées de grès des Vosges. De part et d'autre du vallon d'Éloyes, le flanc droit de la vallée de la Moselle offre deux proéminences granitiques; immédiatement après la protubérance du N., le flanc droit de la vallée de la Moselle s'abaisse tout à coup, et le grès des Vosges, au lieu de se trouver sur le haut des montagnes, vient se montrer presque au bord de la rivière, en couches horizontales, qui sont séparées de celles de la Tête-des-Cuveaux par une distance verticale de plus de 300 mètres[1]. On voit aussi le grès des Vosges au bord de la Moselle, immédiatement au N. de Jarmenil; il en est de même sur la rive gauche, en face d'Éloyes et à Pouxeux. L'ensemble de cette disposition décèle l'existence d'une faille considérable, qui termine les Vosges à l'O. et passe au pied des montagnes désignées ci-dessus.

On retrouve cette faille très-nettement indiquée au pied oriental de la montagne des bois de Remiremont. Le granite, au S. O. d'Olichamp, s'élève beaucoup au-dessus du niveau où s'observe le grès des Vosges, sur la route de Plombières à Remiremont, de part et d'autre d'Hariot. Ce granite supporte le grès des Vosges des bois de Remiremont, dont la grande élévation (plus de 700 mètres) est évidemment due à une faille qui passe à peu près par Olichamp.

Cette faille se perd dans le Val-d'Ajol. Ce que cette charmante vallée présente de si pittoresque, comparé à la monotonie de la vallée de Plombières, tient, en grande partie, à ce qu'elle est située dans le prolongement

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 246.

de cette même faille. La vallée de la Moselle la suit aussi de Remiremont à Éloyes, et c'est encore elle qui détermine la direction de la Vologne aux environs de Docelles. Elle donne, vers l'O., une limite nette au système des Vosges sur une étendue rectiligne de plus de 15 lieues.

La direction de cette faille est du S. 19° O. au N. 19° E.; elle va finir sur les bords de la Meurthe, aux environs de Bacarat. En approchant de sa terminaison, elle s'atténue par degrés et devient de moins en moins sensible.

Autres failles parallèles, dont l'une passe à l'Hôte-du-Bois.

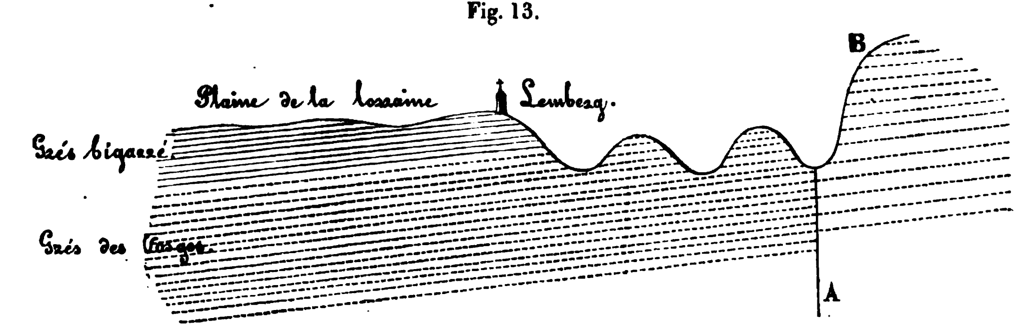
Au N. de Bacarat, le bord des Vosges se retire subitement plus à l'O., et paraît tomber dans la direction d'une autre faille parallèle à la première, qui passerait à l'Hôte-du-Bois et irait se terminer vers Niederhoff, sur les bords de la Sarre blanche, au N. O. de la cristallerie de Saint-Quirin.

A partir de ce dernier point, le bord des Vosges recule encore d'un cran, à l'E., vers Walscheid, offrant ainsi comme une série d'échelons qui semblent dus à autant de failles parallèles, de plus en plus prolongées vers le N. N. E.

Faille qui forme la terminaison occidentale des Vosges dans leur partie septentrionale.

La terminaison occidentale de la partie septentrionale des Vosges, aux environs de Lemberg, de Bitche et de Pyrmasens, paraît due aussi à une faille située encore plus à l'E. que les précédentes, mais qui leur est toujours sensiblement parallèle. Cette faille, dont le dessin ci-dessous indique, en A, la disposition, élève brusquement tout le massif de grès des Vosges entre Bitche et Niederbronn, au-dessus du niveau des plaines de la Lorraine.

Fig. 13.



Faille qui termine les Vosges à l'E. de Lemberg.

De là il résulte que, lorsqu'on se trouve sur le plan tangent à la surface du grès bigarré, près de Pyrmasens ou entre Rohrbach et Lemberg, on voit l'horizon terminé à l'E. par un rideau B de collines assez élevées.

Ce rideau est formé par la portion du grès des Vosges qui est à l'E. de la faille dont nous venons de parler. La bande de grès des Vosges située à

l'O., et par conséquent plus près de l'observateur, est découpée en dômes détachés, qui sont au-dessous du plan tangent au grès bigarré.

Cette dernière circonstance continue à s'observer, plus au midi, dans la partie de cette dernière bande de grès des Vosges qui se prolonge entre la vallée de Weiterswiller et celle de Dossenheim, où coule la Zinzel; et, comme, dans cet espace, le grès des Vosges disparaît à l'E. de la faille, l'œil placé sur le plan tangent au grès bigarré aperçoit un intervalle dans la chaîne des Vosges.

La bande de grès des Vosges située à l'O. de la faille va sans cesse en montant depuis la vallée de la Zinzel, où elle commence à dépasser le niveau du grès bigarré, jusqu'au Donon. La montagne, couverte de bois au S. de Dossenheim, s'élève déjà au-dessus du plan tangent au grès bigarré de la Lorraine, et ensuite les plateaux des bois de Saverne le dépassent plus encore.

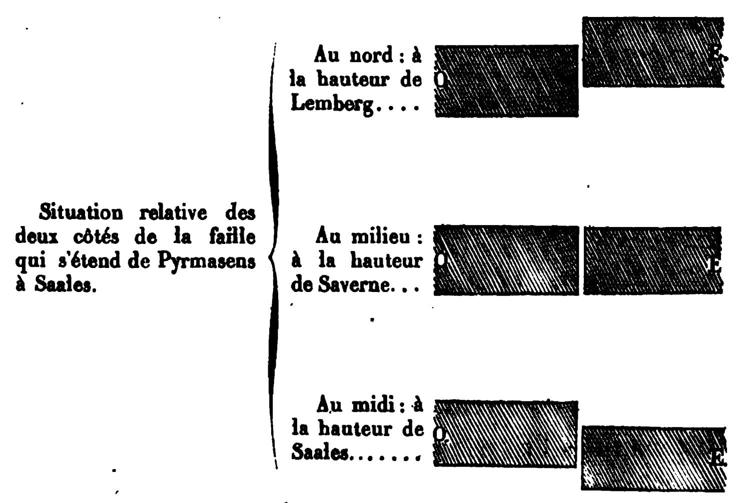
Prolongement méridional de cette dernière faille.

L'accident de terrain qui nous occupe, et que nous assimilons à une faille, se poursuit du N. 18° E. au S. 18° O., sur une longueur de plus de 25 lieues. Il passe à Weiterswiller, Neuwiller, Saverne, Reinhardmünster, au pied oriental des escarpements du vieux château de la Muraille, et se retrouve jusque dans le cœur des Vosges, un peu à l'O. de Saales.

Variations qu'éprouve la situation relative de ses deux côtés dans ses diverses parties.

Toutefois, il est à remarquer qu'en se prolongeant ainsi, l'accident dont il s'agit varie quant au déplacement qu'il produit entre ses deux côtés, comme l'indique le diagramme ci-dessous.

Fig. 14.



Dans la partie septentrionale de la faille, c'est son côté oriental qui est plus élevé que le côté occidental, tandis que c'est l'inverse dans sa partie

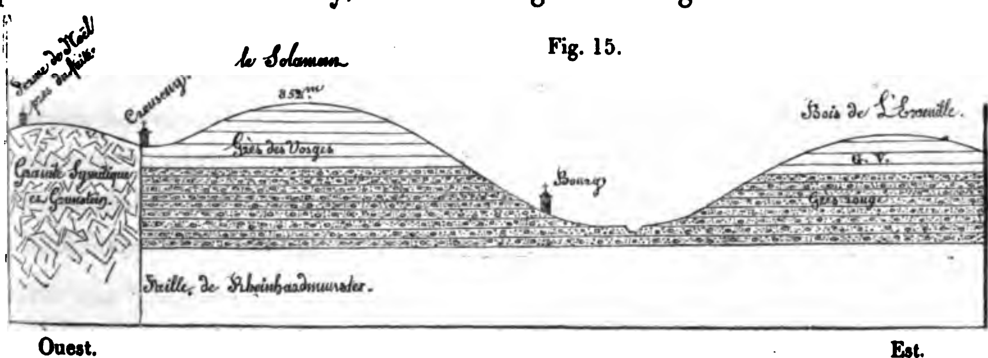
méridionale. Les deux segments dans lesquels elle divise le sol de la contrée paraissent avoir éprouvé, après leur séparation, des mouvements indépendants l'un de l'autre. Ils sont, l'un et l'autre, à une plus grande hauteur au-dessus de la mer dans leur partie méridionale que dans leur partie septentrionale; mais, pour le segment occidental, cette différence est plus grande que pour le segment oriental, ce qui produit le déplacement relatif dont il s'agit. Il y a nécessairement, entre les deux extrémités, un point où les deux segments sont à peu près à la même hauteur, et ce point se trouve un peu au N. de Saverne, dans cette partie où la chaîne des Vosges est presque effacée, et où les faibles inégalités qui en conservent la continuité ne sont peut-être dues qu'à des mouvements du sol postérieurs à la première origine de la faille dont nous parlons.

Le point le plus méridional où j'aie observé cette faille est près de Saales; elle y est parfaitement dessinée.

Comment cette faille se manifeste près de Saales.

Lorsqu'on sort de Saales par la route de Sénones, on voit, de part et d'autre de la route, le grès rouge en couches horizontales. Ensuite on monte une côte assez longue, jusqu'à la ferme des Braques, située au point culminant, à 787 mètres au-dessus de la mer. Dans cette côte, la route est toujours tracée sur le granite plus ou moins syénitique, que tout annonce être séparé du grès rouge par une faille. Après avoir parcouru la grande route, j'ai circulé sur le dos d'âne granitique appelé *le Faîte,* qui s'étend vers le N. N. E. jusqu'aux fermes de Noël-près-du-Faîte et du Palais, et je suis redescendu à l'E. par la ferme du Creuseny. A la ferme même du Creuseny, on passe sur un sol uniquement couvert de grès et de poudingue des Vosges. La montagne du Solamont, située à l'E., est évidemment formée de grès des Vosges, qui est séparé du granite du Faîte par une faille passant à peu près par la ferme du Creuseny, comme le figure le diagramme ci-dessous.

Fig. 15.



Coupe des environs de Saales.

Plus bas, le chemin traverse de nouveau des pentes couvertes de blocs de granite syénitique et de diorite venant du Faîte; puis on marche jusqu'à Saales sur le grès de couleur rouge à grandes taches bleuâtres. On le voit très-bien dans les chemins creux, près du moulin du Kenabe.

Elle ne se prolonge pas plus loin au midi.

Le dos d'âne granitique du Faîte et de la route de Sénones ne se prolonge qu'à une très-petite distance vers le S. : car, pour aller de Saales à Saint-Dié, on a à peine quelques mètres à monter.

Autres failles analogues et parallèles, auxquelles est due la falaise qui borde la plaine du Rhin.

La disposition relative que j'ai indiquée entre le grès des Vosges et le grès bigarré, sur le bord occidental des Vosges, est encore plus marquée sur leur bord oriental qui côtoie la plaine du Rhin. De ce côté, s'offre une suite de pentes rapides et souvent escarpées, une falaise presque continue qui, commençant au N. de *Landau*, s'étend, tout autour du bassin de Strasbourg, jusqu'à la vallée de la Brüche, et se prolonge, le long de la bande orientale de grès des Vosges, jusqu'à *Guebwiller* et à *Sultz*. Cette longue falaise n'est interrompue que par ces vallées étroites et profondes dont j'ai signalé précédemment les caractères pittoresques. Ainsi que je l'ai déjà fait remarquer ailleurs, les couches de grès des Vosges, dont cette longue falaise se compose, ne s'y trouvent couronnées en aucun point par le grès bigarré et le muschelkalk, qu'on observe si généralement à sa base. Il est naturel d'en conclure que cette même falaise a dominé de presque toute sa hauteur actuelle la nappe d'eau sous laquelle se sont déposés le grès bigarré et le muschelkalk. Il paraît, d'après cela, que la faille ou la série de failles qui lui a donné naissance a été produite entre la période du grès des Vosges et celle du dépôt du grès bigarré[1].

Je dis la série de failles, parce que la falaise dont je parle présente une ligne brisée ou plutôt une série d'éléments rectilignes et dirigés parallèlement les uns aux autres vers le N. 18° à 23° E., mais disposés en échelons et raccordés entre eux par des lignes irrégulières.

Détails sur la hauteur et l'étendue d'une de ces failles.

Le fait que les escarpements de grès des Vosges qui terminent les Vosges à l'orient sont dus à des failles, est facile à constater dans un grand nombre de points; car, si le grès bigarré ne pénètre pas dans l'intérieur des montagnes, le grès des Vosges s'étend, au contraire, à l'extérieur de leurs bases, et on l'y voit fréquemment surmonté par le grès bigarré, le muschelkalk et

[1] Élie de Beaumont, *Recherches sur quelques-unes des révolutions de la surface du globe.* (*Annales des sciences naturelles*, tom. XVIII, pag. 312 [en note], 1829.)



les marnes irisées, qui entourent comme une mer les montagnes de grès des Vosges. Dans ce cas, le grès des Vosges est souvent recouvert, à stratification concordante, par le grès bigarré, dont les premières couches offrent à peine, avec lui, quelques légères différences de composition : disposition analogue à celle qui s'observe au midi des Vosges, dans les collines entre Ronchamp et Saulnot; et surtout à l'O., dans les flancs des plateaux qui s'étendent, au pied des Vosges, de Remiremont à Darney sur la Saône, et qu'il ne faut pas confondre avec le cas extraordinaire où, par une exception unique aux lois générales que j'ai indiquées, la même concordance se manifeste jusque dans les montagnes, où le grès bigarré pénètre accidentellement en s'élevant au-dessus de son niveau ordinaire. Mais ce dernier phénomène, qui n'existe que dans la contrée où nous avons déjà dit que le contour des Vosges devient incertain entre le Val-d'Ajol et la vallée de Faucogney, deviendra, plus loin, l'objet d'un examen spécial.

Dans les cas qui viennent d'être signalés, on peut facilement reconnaître, non-seulement l'existence de la faille, mais même la quantité plus ou moins grande dont elle a déplacé, l'une par rapport à l'autre, les deux parties désunies. Ainsi, à l'E. et presque au pied des escarpements de grès des Vosges qui supportent le vieux château de Guirbaden et l'ermitage de Sainte-Odile, le même grès se présente près de Mutzig, de part et d'autre de la vallée de la Brüche et à une faible hauteur au-dessus de ses eaux, c'est-à-dire à 4 ou 500 mètres plus bas que sur les montagnes voisines. Là il est surmonté par le grès bigarré et le muschelkalk, qui le recouvrent de même dans la gorge du Kronthal, près de Wasselonne.

La ligne qui joint entre elles les hautes montagnes de grès des Vosges, de la Bloss et de l'Ungersberg, passe tout près de la ville d'Andlau, qui est située au pied des Vosges sur le bord de la plaine du Rhin. Ici le grès des Vosges, abaissé de 500 mètres par une faille, se montre sur le bord de la plaine, au pied même des montagnes. Le long du chemin qui sort d'Andlau pour se diriger vers Mittelbergheim, les murs de soutenement des vignes sont presque entièrement construits en blocs de grès des Vosges extraits du sol même des vignes.

Cette faille continue à former la limite entre la plaine et la montagne jusqu'à l'entrée de la vallée de Munster; mais, plus au S., elle se trouve séparée de la plaine par un premier gradin composé de montagnes de grès

peu élevées. Il existe même un petit bassin, celui de Wintzfelden, rempli de dépôts secondaires entre ces montagnes de grès avancées et le pied des hautes montagnes terminées à la faille dont nous nous occupons.

Cette même faille se prolonge encore, au S., dans le massif des montagnes de porphyre brun. En montant de Rimbach au ballon de Guebwiller, on voit parfaitement la cime plate et horizontale du massif de grès des Vosges qui s'étend de Guebwiller vers Saint-Gengolf. Ce lambeau est très-peu déplacé de sa position naturelle. La faille qui marque le pied des hautes Vosges le laisse à l'E., en coïncidant avec le bord du granite du ballon. Il me paraît que c'est à cette faille qu'il faut attribuer la dépression qui sépare le Mulchren du ballon de Guebwiller, en élevant ce dernier ainsi que son piédestal de granite.

Le col du Hundsruck, qui détache du Rossberg le massif de porphyre de Ramersmatt, situé, comme le Mulchren, sur le bord de la plaine du Rhin, me semble être aussi dans le prolongement de la même faille. En allant d'Ober-Burbach à Massevaux, on trouve un autre petit col entre Ober-Burbach et Huppach, et, de ce col, celui du Hundsruck s'aperçoit au N. 37° E., à l'extrémité d'un petit vallon. Les deux cols sont le prolongement géologique l'un de l'autre, et la ligne qui les joint laisse au S. E. une série de petits dômes porphyriques arrondis, de 700 à 800 mètres de hauteur, qui sépare le vallon d'Ober-Burbach de la plaine.

Le bord extrême des Vosges, la ligne d'escarpements, comparativement peu considérables, qui les termine le long de la plaine du Rhin, depuis la vallée de Munster jusqu'à Ramersmatt, est due à une autre faille, extérieure à la première, et qui a encore, en quelques points, plus de 300 mètres de hauteur.

Ces failles ne déterminent que les lignes terminales du massif méridional des Vosges.

Mais les failles dont je viens de parler n'ont déterminé, dans le massif méridional des Vosges, que ses lignes terminales. Une partie importante de sa configuration, sa disposition générale en forme de toit, dont la crête centrale représente le faîte, dérive, en grande partie, d'un léger mouvement de bascule qu'ont éprouvé les divers compartiments, séparés les uns des autres par les failles.

La ligne de faîte est produite par une légère inclinaison des segments déterminés par les failles.

Cette légère inclinaison se manifeste surtout dans l'examen des masses discontinues dans lesquelles les failles partagent le vaste dépôt du grès des Vosges.

Sur les deux flancs d'une même vallée, et souvent sur toute l'étendue d'un même canton, toutes les montagnes de grès des Vosges atteignent des hauteurs à peu près égales. Cette circonstance, jointe à celle de l'horizontalité presque parfaite de leurs couches et à l'existence de ces rochers hardis et souvent isolés, dont aucun n'est incliné, atteste que les mouvements éprouvés par le grès des Vosges depuis son origine n'ont fait que changer le niveau de ses diverses parties, sans déranger bien sensiblement l'assiette de chacune d'elles, et que, depuis lors, l'écorce terrestre n'a plus subi, dans les Vosges, de ces écrasements horizontaux qui ont fait surgir les entrailles de la terre en brisant, redressant, renversant même les dépôts sédimentaires, et qui, dans quelques autres chaînes de montagnes, et notamment dans toute l'étendue du système des Alpes, ont produit, à une époque postérieure même aux dépôts tertiaires, des dérangements de stratification si frappants [1]. Mais il n'est pas également évident que les bases de ces montagnes soient restées, depuis le dépôt des grès des Vosges, dans un état d'immobilité complète. Il est aisé de reconnaître, au contraire, qu'indépendamment des failles qui ont, pour ainsi dire, tronçonné le grès des Vosges, les divers segments de ce grand dépôt ont éprouvé un mouvement d'inclinaison qui les relève, comme les combles d'un édifice, vers la partie centrale de la chaîne.

Nature des mouvements que la surface des Vosges a éprouvés depuis le dépôt du grès des Vosges.

Les divers segments du grès des Vosges se relèvent, comme les combles d'un édifice, vers la partie centrale de la chaîne.

Cette disposition est surtout facile à saisir dans les masses de grès des Vosges qui aboutissent au Donon.

Lorsqu'on regarde attentivement le Donon des plaines de la Lorraine, particulièrement des parties comprises entre Épinal et Rambervillers, où on le voit presque de profil, on observe que le massif des montagnes de grès, après avoir présenté un léger ressaut sur le bord de la plaine, monte doucement vers les cimes du Donon et des montagnes adjacentes, suivant une ligne qui est à peu près droite dans son ensemble, quoique légèrement cahotée dans ses détails.

Il en est de même, plus au S., vers Épinal et Remiremont. A partir de la faille qui forme la terminaison occidentale des montagnes, et qui porte brusquement le grès des Vosges au-dessus des plaines de la Lorraine, il se

[1] J'ai déjà énoncé cette idée dans mon Mémoire *sur les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle des lias.* (Voy. *Ann. des mines*, t. I, pag. 405, 1827; et *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. I, p. 16.)

relève graduellement, à l'E. S. E., vers l'intérieur du système. La masse de ce dépôt se trouve à une hauteur moyenne de 4 à 500 mètres au-dessus du niveau de la mer, et finit par atteindre à plus de 1,000 mètres dans l'intérieur du massif montagneux. La montagne de grès des Vosges, de Laufremont à Épinal, atteint 437 mètres; celle d'Avison, au pied de laquelle est située la ville de Bruyères, 601; la Tête-des-Cuveaux, 783; le Spiémont, près de Champdray, 811 mètres, et le Haut-du-Roc, 1,016[1]. Cet exhaussement que subit ainsi le grès des Vosges, pour parvenir des bords de la Moselle à la cime du Haut-du-Roc, résulte à la fois d'une série de failles parallèles à la faille terminale d'Éloyes, qui l'élèvent comme par étages, et de la légère inclinaison que ses couches présentent dans les intervalles des failles.

Ligne parallèle aux grandes failles jalonnée par le grès rouge.

Par suite de ce relèvement graduel qu'éprouve le grès des Vosges en s'avançant vers l'E. S. E., on voit paraître au jour les terrains qui le supportent, savoir : le terrain granitique, et les dépôts de grès rouge qui nivellent les dépressions de ce dernier. Les différents points où se montre le grès rouge, sur la lisière occidentale des Vosges, jalonnent sur la carte une ligne parallèle à celle du bord des montagnes, déterminé par la faille qui limite les Vosges vers l'O.

Uniformité générale de la pente occidentale de la chaîne.

En même temps qu'il va en montant vers le S. E., le grès des Vosges, ainsi que nous l'avons remarqué, s'amincit considérablement, et devient, par conséquent, de moins en moins propre à faire disparaître les inégalités de la surface générale des roches anciennes qui lui servent de support. Mais celle-ci, quoique raboteuse, ne cesse d'être plane dans son ensemble que lorsqu'elle atteint les protubérances des ballons situées tout à fait vers le midi, ce qui donne une grande uniformité à la pente occidentale de tout le massif méridional des Vosges. Ainsi, tous les pâtés de montagnes qu'on aperçoit de Remiremont, entre les différentes vallées qui convergent vers le bassin où se trouve cette ville, correspondent à l'idée d'un plateau incliné par un soulèvement et ensuite découpé par le déblayement des vallées. Le massif de la forêt de Longegoutte et celui qui est plus à l'E. offrent, d'une manière très-marquée, le caractère de platitude dont il s'agit. Ce n'est que dans la direction de Vagney qu'on distingue un massif en forme de dôme plus proéminent que les autres; mais il se rattache déjà à la crête centrale. (Voir le diagramme de la page 405.)

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 250.

La partie méridionale du massif central des Vosges, qui est à la fois la plus élevée et la plus variée dans sa composition, est formée de montagnes qui, au premier aspect, paraissent semées l'une à côté de l'autre, avec toute l'apparence du désordre, mais dont l'arrangement présente cependant un ordre fondamental assez facile à saisir. Nous avons déjà fait remarquer que les dômes du Drumont, du Grand-Ventron, du Rotaback, du Hohneck, des Hautes-Chaumes de Pairis, et plusieurs autres, qui sont eux-mêmes allongés du S. S. O. au N. N. E., s'enchaînent entre eux pour former une crête rectiligne dirigée à peu près du S. S. O. au N. N. E., ou, plus exactement, du S. 23° O. au N. 23° E., depuis le ballon d'Alsace jusqu'au delà de la montagne qui sépare Sainte-Marie-aux-Mines de la Croix-aux-Mines. Cette crête comprend les cimes les plus élevées du massif méridional, à l'exception du ballon de Guebwiller, qui est situé plus à l'E. dans une position isolée. Elle détermine le partage des eaux entre le Rhin et la Moselle, et tout se coordonne, par rapport à elle, d'une manière assez simple, quoique la disposition soit loin d'être symétrique de part et d'autre. Crête centrale.

La région la plus basse qu'on trouve dans le voisinage des Vosges est la plaine du Rhin; et comme, en même temps, la ligne de faîte dont nous venons de parler est beaucoup plus rapprochée du bord de la région montueuse de ce côté que de l'autre, les Vosges offrent, vers l'Alsace, des pentes beaucoup plus prononcées que vers la Lorraine. Par suite de cette disposition, la ligne de partage des eaux entre le bassin du Rhin et celui de la Moselle a quelquefois été repoussée à l'O. de la ligne qui joint de proche en proche les plus hauts sommets, parce que les vallées ouvertes vers l'E. se sont approfondies plus aisément que celles dirigées en sens opposé, sans doute à cause de la plus grande force érosive des eaux sur une déclivité plus prononcée. Les premières sont plus profondes que les vallées correspondantes dirigées vers l'O., et les routes qui conduisent d'Alsace en Lorraine, en traversant les Vosges, ont, en général, une pente plus rapide, pour parvenir à leur point culminant, que lorsqu'elles redescendent ensuite pour atteindre le fond des vallées, dont les eaux coulent vers la Moselle. Ce défaut de symétrie entre les deux côtés de la ligne de faîte est rendu encore plus sensible par la circonstance que des montagnes, quelquefois plus proéminentes que celles de la crête centrale elle-même, interrompent la pente orientale, tandis que, sur la pente occidentale, les montagnes s'abaissent Inégalité des deux pentes des Vosges.

Le ballon de Guebwiller est placé au milieu de la pente orientale.

uniformément à mesure qu'elles s'éloignent de la crête centrale. Ainsi, le ballon de Guebwiller, qui est la montagne la plus élevée des Vosges (1,426 mètres), occupe le milieu du flanc oriental; et le Petit-Ballon, le Rossberg et le Bärenkopf, sont situés de la même manière. Le Gresson se trouve aussi à l'E. de la ligne de faîte. Ces montagnes sont comme des bosses placées toutes du même côté par rapport à l'épine dorsale de la chaîne, tandis que le côté opposé, dont l'abaissement est uniforme, ne présente aucune bosse de ce genre.

Aspect des Vosges, vues de sa cime.

Lorsqu'on promène ses regards sur les Vosges, de la cime du ballon de Guebwiller, on est d'abord frappé de l'aspect tuberculeux de l'ensemble des masses arrondies qu'on voit rassemblées autour de soi, et de leur chute rapide vers l'E. et le S. E. L'œil s'arrête à l'O. sur les masses ondulées et gazonnées qui entourent le col de Steinlebach et se prolongent jusqu'au Petit-Ballon, où elles se terminent dans la direction du N. 15° E. Il se porte aussi sur un massif couronné par la cime du Rossberg, qui se déploie au midi de la vallée de Saint-Amarin. Il plonge sur les masses aplaties de grès des Vosges, entre lesquelles la vallée de Guebwiller débouche dans la plaine du Rhin. Il se repose sur la plaine du Rhin et sur le grand détroit terrestre qui sépare les Vosges du Jura, comme sur un tapis parfaitement uni, bigarré de jaune et de vert, vers le milieu de l'été, par le mélange des cultures et des forêts.

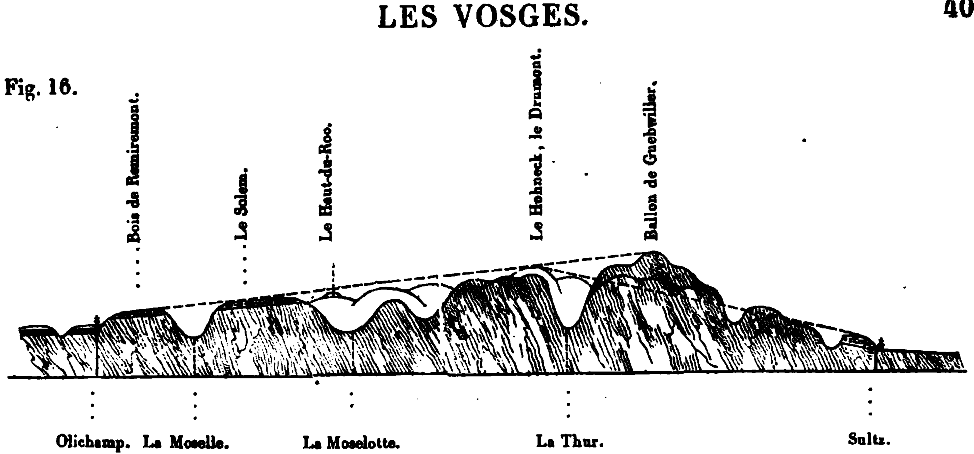
Disposition géométrique des éléments de ce paysage.

Mais, lorsque, familiarisé avec ce spectacle imposant, on interroge le paysage sur la disposition géométrique des éléments qui le composent, on se rend facilement raison de la coordination des diverses parties du massif méridional des Vosges. La cime du Hohneck paraît à peine dépasser les autres. Cette cime, et celles qui la précèdent et la suivent, telles que le Rotaback, le Grand-Ventron, le Drumont, forment ensemble une ligne mamelonnée qui, en s'étendant vers le S., se découpe peu à peu, d'abord par les cols du Bramont et du Ventron, et ensuite par celui plus profond de Bussang.

Le ballon de Guebwiller s'élève jusqu'au plan tangent au versant occidental des Vosges.

Par-dessus le Grand-Ventron et les montagnes adjacentes, on aperçoit les crêtes boisées, situées en arrière, ce qui prouve que le ballon, par suite de sa position excentrique combinée avec sa hauteur prédominante, s'élève jusqu'au plan tangent au versant occidental des Vosges, comme l'indique le diagramme ci-contre.

Fig. 16.



Coupe transversale des Vosges, d'Olichamp à Sultz.

Disposition des dômes de la partie méridionale des Vosges.

Cette disposition s'étend même aux dômes, beaucoup plus détachés, qui sont situés plus au S.; car les cimes du Grand-Ventron, du Drumont, du ballon de Servance, du ballon de Giromagny et du Gresson, se projettent toutes à peu près à la même hauteur, ce qui fait voir qu'elles sont toutes tangentes à un même plan, dans le prolongement duquel on se trouve placé. Le ballon de Servance paraît presque aussi saillant et beaucoup plus large que celui de Giromagny, qui semble faire corps avec lui. Le Gresson se dessine un peu à droite, et très-peu au-dessus du ballon de Giromagny, qui est, à la vérité, un peu plus haut, mais en même temps plus éloigné. Par-dessus le col de Bussang, on voit les plaines de la Haute-Saône, avec lesquelles le pays montueux va se confondre peu à peu. Du côté de l'E., où le pied du ballon de Guebwiller plonge presque directement dans la plaine du Rhin, on distingue, au contraire, très-bien le contraste et la ligne de démarcation de la plaine et de la montagne.

Vérification de l'uniformité de la pente occidentale des Vosges.

De la cime du Hohneck, qui fait partie de la crête centrale, on observe que, du côté de l'O., conformément à ce qui a été dit ci-dessus, les hauteurs des montagnes décroissent d'une manière graduelle, de sorte qu'un plan appliqué sur la crête centrale s'appuierait à peu près sur elles toutes jusqu'au bord de la région montagneuse.

On conçoit aisément, d'après cela, que, si les vallées du versant occidental des Vosges étaient remblayées jusqu'au niveau des cimes adjacentes, la surface entière de ce versant deviendrait un plan incliné, qui ne s'écarterait pas très-sensiblement de la surface générale des lambeaux de grès dont sont recouvertes diverses montagnes de l'intérieur des Vosges, telles

que le Haut-du-Tault, le Haut-du-Roc, etc., et qui correspondrait presque exactement au plan incliné de la surface du grès des Vosges, du Donon, vers Raon-l'Étape et Saint-Quirin.

Bosses du versant oriental.

Forme analogue à celle d'un toit.

Il en serait à peu près de même du versant oriental, si on pouvait retrancher les bosses qui en détruisent la régularité, telles que le ballon de Guebwiller, le Kahlen-Wassen, le Rossberg, le Bärenkopf. La forme des Vosges serait alors, à peu près, celle d'un toit, dont le faîte coïnciderait avec la crête centrale déjà indiquée, mais dont les deux pentes seraient inégales, celle de l'E. étant beaucoup plus inclinée que l'autre.

Saillie de la ligne de faîte.

Toutefois, pour rendre cette assimilation rigoureuse, il faut ajouter que chacune de ces deux pentes ne serait pas complétement uniforme, mais offrirait de part et d'autre une première chute plus rapide, qui ferait sentir de chaque côté la saillie de la crête centrale, à peu près comme l'épine dorsale se dessine sur le dos d'un cheval.

Cette saillie paraît due à deux groupes de failles.

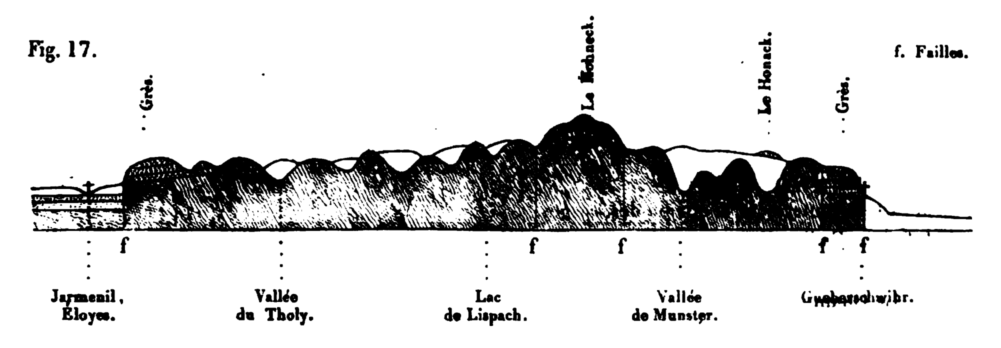
Cette saillie, que la crête centrale des Vosges présente par rapport aux plans généraux des deux flancs, est due, suivant toute apparence, à des failles plus ou moins continues qui la bordent à l'E. et à l'O. Les vallées longitudinales, d'un parallélisme et d'une régularité si remarquables, qui se prolongent des deux côtés de cette crête, et qui sont très-exactement figurées sur les feuilles 85, 86 et 100 de la nouvelle carte de France, conduisent naturellement à concevoir deux failles ou plutôt deux groupes de failles parallèles de part et d'autre de la crête centrale. La faille ou le groupe de failles qui passe au pied oriental de la crête primitive des Vosges a probablement quelque influence sur l'élévation du ballon d'Alsace et sur celle de la Planche-des-Belles-Filles, qui forment à peu près le prolongement de la crête centrale. C'est, sans doute, le prolongement de la même série de failles qui relève les schistes de Chennebié et le grès des Vosges du Chérimont et du château d'Étobon.

Lorsqu'on parcourt les collines de la Haute-Saône, on remarque que la partie orientale du front méridional des Vosges est fortement accidentée et se trouve détachée de la partie S. O., beaucoup plus unie par la vallée de Melisey, dont la direction est parallèle à celle de la crête des Vosges, et dont les deux côtés sont très-inégalement élevés, ce qui doit faire présumer qu'elle suit une faille. L'excès de hauteur du grès des Vosges du mont de Vanne, relativement à celui qu'on observe plus à l'O., donne la date de la faille.

Cette faille, dont le côté oriental est le plus élevé et dont le prolongement laisse à l'E. la crête centrale des Vosges, contribue probablement à son élévation.

En résumé, on voit que, bien que le côté oriental du massif méridional des Vosges n'offre pas une disposition aussi simple que le côté occidental, et qu'il soit défiguré par la gibbosité du ballon et par plusieurs autres, le profil total de la chaîne, si toutes les vallées étaient comblées, correspondrait au diagramme suivant :

Fig. 17.



Coupe transversale des Vosges, d'Éloyes à Gueberschwihr.

De là il résulte évidemment que les formes générales de la partie des Vosges composée de roches anciennes dérivent des phénomènes qui ont accidenté le grès des Vosges avant le dépôt du grès bigarré. La direction de la crête très-distincte que présente cette partie des Vosges n'est pas en rapport avec la direction de la stratification qu'offre une partie de ces roches. Elle coupe manifestement cette direction, et elle est parallèle aux failles qui traversent le grès des Vosges et à la direction générale des assises, légèrement inclinées, de ce dépôt.

Formes générales des Vosges, liées aux dislocations du grès des Vosges.

Le relief des Vosges, considéré dans tout son ensemble, se coordonne, comme celui des Pyrénées, à deux lignes de faîte parallèles entre elles, dont l'une se termine vis-à-vis du point où l'autre commence. L'une est la crête de la partie méridionale dont nous venons d'indiquer les formes. Elle se poursuit d'une manière continue depuis le ballon d'Alsace jusqu'à la montagne qui sépare Sainte-Marie-aux-Mines de la Croix. L'autre, dont nous avons parlé précédemment, commence près de Saales et se poursuit par le Donon jusqu'à la montagne de Saverne. Elle est continuée plus au N. par le bord occidental des Vosges jusque dans la Bavière rhénane.

Deux lignes de faîte comme dans les Pyrénées.

Le groupe isolé du Champ-du-Feu est placé dans le prolongement de la crête de la partie méridionale, dont il est séparé par la contrée basse que forment le grès rouge et le grès des Vosges, depuis Saales jusqu'à Villé. Le diagramme ci-dessous donne une idée de la situation relative de ces divers accidents.

Fig. 18.

Croquis des principaux accidents du sol des Vosges.

T. Axe du groupe des ballons.
M. Crête centrale de la chaîne des Vosges.
f f' f..... Failles.
D. Le Donon.
C. Le Champ-du-Feu.
B. Le ballon de Guebwiller.
b. Le ballon d'Alsace.
W. Wissembourg.
Sa. Saverne.
St. Strasbourg.
S. Saales.
A. Andlau.
R. Remiremont.
G. Giromagny.

Quelques-uns des traits de cette disposition avaient déjà frappé d'autres observateurs. Lorsque la Société géologique s'est rassemblée sur le Donon, le 14 septembre 1834, sous la présidence de M. Voltz, M. le docteur Mougeot, de Bruyères, s'attacha à faire remarquer comment le système du *Donon* est séparé des chaînes méridionales par le *col de Saales,* et comment le système du *Champ-du-Feu* en est séparé par le *col de Steige :* de telle sorte que le prolongement de la chaîne vosgienne jusque dans la Bavière rhénane appartiendrait au système du Donon, tandis que celui du Champ-du-Feu,

placé entre la vallée de la Brüche et celle de la Mühlbach, jouerait un rôle plus secondaire[1]. Il s'élève comme un jalon isolé dans le prolongement de la crête de la partie méridionale. Le terrain ondulé et d'une pente incertaine, dont les cols de Saales et de Steige font partie, et qui se rattache vers le N. au Ban-de-la-Roche, remplit, dans les Vosges, une place analogue à celle que la vallée d'Arran occupe dans l'ensemble des Pyrénées.

Les traits distinctifs des Vosges résultent du soulèvement du grès des Vosges antérieurement au grès bigarré.

Les traits les plus remarquables du relief des Vosges, non-seulement sur leur pourtour, mais encore dans leur intérieur, résultent donc du soulèvement qui a fait naître la discordance de gisement signalée précédemment entre le grès des Vosges et le grès bigarré. Ce soulèvement s'est effectué par une série de failles orientées à peu près parallèlement les unes aux autres, du S. 18° à 23° O. au N. 18° à 23° E.; failles qui ont produit, dans toute l'étendue des Vosges, une série de reliefs longitudinaux, qui en sont les traits les plus caractéristiques.

Ce caractère s'étend à tout le *système du Rhin*.

La manière brusque dont le grès des Vosges s'élève au-dessus des plaines, phénomène que l'œil suit, d'une manière si distincte et si uniforme, depuis Remiremont jusqu'à Pyrmasens, et qui est encore plus prononcé sur le revers opposé, le long de la plaine du Rhin, est ce qui particularise les Vosges comme région distincte, et leur imprime, malgré la complication de leur composition et de leur structure intérieure, un caractère d'unité. Le même caractère se retrouve dans les montagnes de la Forêt-Noire et de l'Odenwald. C'est par là que les deux chaînes ont des traits de ressemblance si frappants, qui ont conduit depuis longtemps M. Léopold de Buch à les réunir l'une et l'autre dans un des quatre systèmes qu'il a distingués en Allemagne, le *système du Rhin*.

Autres traits antérieurs au grès des Vosges.

Les accidents longitudinaux ne déterminent cependant pas à eux seuls les formes des Vosges ; ils se combinent avec d'autres traits, que le noyau des Vosges possédait déjà avant le dépôt du grès des Vosges, et qui, sans être toujours aussi étendus, sont quelquefois tout aussi bien marqués.

Traces des phénomènes qui ont fait, du terrain houiller, du grès rouge et du grès des Vosges,

Ainsi on peut distinguer, dans la structure des Vosges, les traces des phénomènes géologiques qui ont fait, du terrain houiller, du grès rouge et du grès des Vosges, des formations distinctes.

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, 1834-1835, tom. VI, pag. 45.

autant de formations distinctes.

Il existe quelques traits de ressemblance entre le terrain houiller et les roches arénacées, avec empreintes végétales et dépôts d'anthracite, qui dépendent du terrain de porphyre brun des vallées de Thann et de Giromagny. Cependant ces deux dépôts appartiennent à deux systèmes différents, et sont en discordance complète l'un avec l'autre. Les couches anthraciteuses, intimement liées aux porphyres bruns, font partie de la charpente des montagnes les plus élevées du S. E. des Vosges. Le terrain houiller, qui ne se rattache nullement aux porphyres, ne fait que s'appuyer sur les bases des montagnes porphyriques, et il repose indifféremment sur le terrain porphyrique et sur le terrain de schiste argileux, aux environs de Ronchamp; sur le granite et le gneiss, aux environs de Saint-Hippolyte et de Sainte-Croix-aux-Mines; sur les schistes, le gneiss et le granite, dans le bassin de Villé.

Le terrain houiller concentré dans quelques bassins.

Le caractère général de son gisement est de demeurer concentré dans le fond des bassins compris entre les montagnes formées par les roches plus anciennes.

Il est généralement peu disloqué dans les Vosges.

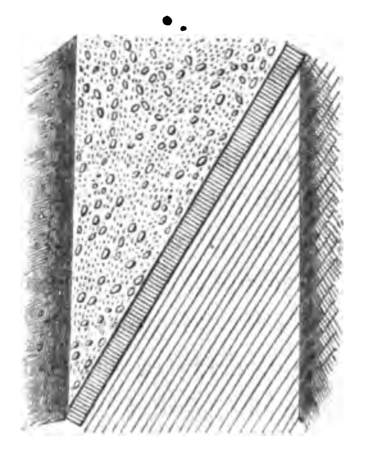
Dans les Vosges, le terrain houiller est habituellement peu disloqué. On peut citer des cas où, comme à Lalaye, les couches houillères sont fortement redressées; mais ce n'est que sur de petites étendues, et la masse des dépôts houillers est ordinairement en couches faiblement inclinées, différant en cela complétement du terrain anthraciteux lié aux porphyres bruns, dont les couches sont généralement très-inclinées et atteignent de grandes hauteurs dans les montagnes.

Cependant le grès rouge ne fait pas continuité avec le terrain houiller.

Le grès rouge ne fait pas continuité, dans les Vosges, avec le terrain houiller. Il le recouvre à stratification discordante, ce qui annonce que le terrain houiller avait été disloqué une première fois avant son dépôt. Il paraît, en outre, qu'avant le dépôt du grès rouge le dépôt du terrain houiller avait été suspendu à des époques diverses suivant les lieux, ou plutôt que sa surface avait été inégalement dégradée, car le grès rouge est loin de s'appuyer toujours sur les mêmes couches du terrain houiller. Ainsi, à Saint-Hippolyte, le grès rouge repose presque immédiatement sur la couche de houille. Dans un puits ouvert à Lalaye, la couche de houille, presque verticale, traversait obliquement le puits, et avait pour toit le grès rouge, comme l'indique la figure ci-après.

Puits de Lalaye.

Fig. 19.



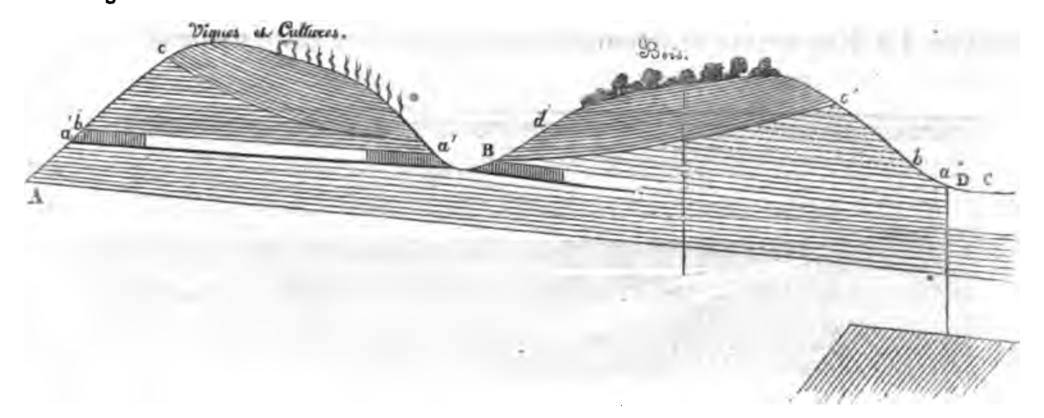


Coupe du puits de la mine de Lalaye.

A Ronchamp et à la Charme, le grès rouge repose sur une petite épaisseur de couches en partie argileuses, superposées à la houille. Au N. E. de Villé et à Triembach, le grès rouge est, au contraire, séparé de la couche de houille par une masse considérable de couches argileuses avec rognons calcaires.

Un sondage, exécuté au S. de Villé, n'ayant traversé ni le calcaire, ni la houille, il est probable que toutes ces couches se trouvaient dénudées avant le dépôt du grès rouge, et que les deux dépôts sont disposés l'un par rapport à l'autre comme l'indique la figure ci-dessous, qui représente le gisement du grès rouge près de Triembach. Disposition du grès houiller et du grès rouge près de Villé et de Triembach.

Fig. 20.



Coupe des environs de Triembach.

A. Vallon qui tombe au-dessous de Villé.
B. Vallon qui tombe à Triembach.
C. Rivière de Giessen, entre Triembach et Saint-Maurice.
D. Route de Villé à Schelestadt.
a. Galerie de la mine de houille de Villé.
a' Galerie au-dessus de Triembach, dans le grès houiller, en partie schisteux.
a" Sondage qu'on a ouvert dans le terrain houiller au-dessus de Triembach, et qui a atteint le terrain de transition.
b. Couches alternatives d'argile schisteuse, à cassure conchoïde, passant à l'argilolithe d'un vert olive sale plus ou moins foncé, et de calcaire en couches et en lits de rognons.
b' Couches alternatives d'argilolithe pareille à b, et d'argilolithe rouge et d'un vert bleuâtre, rappelant celle du grès rouge, mais un peu plus schisteuse.
c, c', d. Grès rouge.

Il existe une discontinuité bien marquée entre le terrain houiller et le grès rouge.

Le grès rouge recouvrant ainsi indifféremment diverses couches du terrain houiller, il en résulte évidemment qu'il y a une complète discontinuité entre ces deux formations.

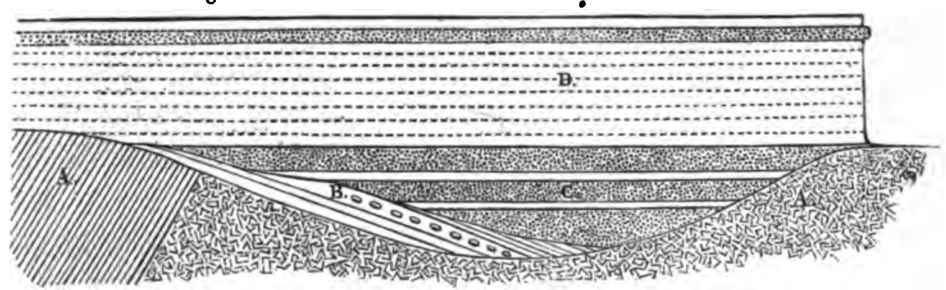
Ce fait est important à remarquer, parce que la présence, dans l'un et l'autre terrain, d'argilolithes rouges et bleuâtres, aurait pu conduire à présumer, au contraire, une liaison entre eux.

La seule considération de l'ensemble des gisements aurait pu faire prévoir cette discontinuité. En effet, la circonstance que, dans un grand nombre de cas, le grès des Vosges repose directement sur le terrain houiller ou sur des terrains plus anciens, montre clairement qu'il y a une discontinuité entre le grès houiller et le grès des Vosges. Or, la continuité entre le grès des Vosges et le grès rouge est si manifeste à la côte de Bourg-les-Monts, près de Ronchamp, à Bruyères, au Mont (au S. E. de Saales), qu'on ne peut admettre une discontinuité qu'entre le grès rouge et le grès houiller.

Le grès rouge et le grès des Vosges, quoique parallèles et continus, se sont déposés dans des circonstances très-différentes.

Le grès rouge ne contient, dans les Vosges, que des débris des roches du voisinage, qui varient d'une localité à l'autre, tandis que le grès des Vosges se compose de matériaux d'une nature uniforme, et charriés de très-loin. Il s'est étendu sur une beaucoup plus grande surface que le grès rouge, et a été produit par une cause agissant beaucoup plus en grand. Il dépasse considérablement les bords des bassins où se sont formés le terrain houiller et le grès rouge, et, lui-même, il s'appuie le plus souvent sur des terrains plus anciens. Le diagramme ci-dessous fera comprendre cette disposition.

Fig. 21.



Relations du gisement des différentes formations dans les Vosges.

A. Terrains anciens. C. Grès rouge.
B. Terrain houiller. D. Grès des Vosges.

Les points où le grès des Vosges est supporté par le grès rouge ont dû, presque tous, être des espèces de bassins plus bas que les parties adjacentes du sol ancien. Cette circonstance, jointe à la grande étendue des

parties dans lesquelles le grès des Vosges s'étend sur des roches plus anciennes que le grès rouge, prouve que la nappe d'eau qui a déposé le grès des Vosges a baigné les montagnes à une plus grande hauteur que celle qui a accumulé le grès rouge : ainsi, entre le dépôt du grès rouge et celui du grès des Vosges, il y a eu un changement considérable dans l'état des choses sur la surface du globe.

Il paraît que, près de la base du Mont-de-Vanne, montagne de grès des Vosges située entre Ronchamp et Melisey, on trouve ce dernier grès superposé au terrain houiller sans l'intermédiaire du grès rouge. La même chose s'observe à Saint-Hippolyte et au Hury; et tous ces faits concourent à rendre manifeste la discontinuité du dépôt houiller et de la formation continue du grès rouge et du grès des Vosges.

Tout annonce que les couches houillères de Saint-Hippolyte et du Hury étaient à sec pendant que s'opérait le dépôt du grès rouge de Ronchamp et d'Orschwiller, comme devaient l'être aussi les porphyres du Plainet et la proéminence de porphyre dioritique qui supporte le Donon, entre le grès rouge de Raon-sur-Plaine et celui qui se montre au pied des escarpements du château de la Muraille. La mer, qui a déposé le grès des Vosges, s'étant élevée beaucoup plus haut, a couvert ces proéminences et un grand nombre d'autres qui sont dans le même cas.

Cela suppose deux révolutions, l'une antérieure, l'autre postérieure au grès rouge.

Cela suppose deux révolutions : l'une qui a accidenté le terrain houiller avant le dépôt du grès rouge, et produit la discordance de stratification qui existe, dans les Vosges, entre ces deux formations; et l'autre qui, en abaissant le sol des Vosges, tout d'une pièce, de 3 à 400 mètres par rapport au niveau de la mer, a permis au grès des Vosges de recouvrir de grands espaces que le grès rouge n'avait pu atteindre. J'ai déjà indiqué ci-dessus les raisons qui me semblent conduire à rattacher cette dernière révolution à l'éruption des mélaphyres, dont j'ai signalé des masses en différents points de la partie méridionale des Vosges.

Époques géologiques auxquelles elles correspondent.

La première de ces révolutions a probablement coïncidé avec la formation des fractures N. S. qui ont donné naissance à la chaîne carbonifère du N. de l'Angleterre, et la deuxième avec le plissement du système des Pays-Bas et avec l'éruption des mélaphyres des environs de Kirn, d'Oberstein, et de la partie méridionale des Vosges.

Les effets

Ces deux révolutions paraissent n'avoir produit, dans le relief des Vosges,



de ces deux révolutions sont peu apparents dans les Vosges.

que des accidents de détail, bien visibles seulement dans les points où le terrain houiller et le grès des Vosges existent simultanément. Nous y reviendrons dans le chapitre VII de cet ouvrage, lorsque nous décrirons avec détail les terrains houillers des Vosges.

Autres révolutions plus anciennes, dont les effets sont plus visibles.

Mais, antérieurement, il y avait eu, dans ces contrées, des révolutions beaucoup plus intenses, et dont les traces sont restées beaucoup plus visibles. Nous avons indiqué précédemment les principales failles qui accidentent le grès des Vosges et les reliefs qu'elles déterminent, et maintenant il nous est facile de les supprimer par la pensée, et de rétablir les Vosges telles qu'elles étaient lorsque leur noyau ne formait encore qu'une petite île dans la mer qui a déposé le grès des Vosges. Il suffit, pour cela, de concevoir la surface supérieure du grès des Vosges rabattue dans un plan horizontal.

Ile montueuse que le grès des Vosges a entourée dans le midi des Vosges.

Le terrain houiller et le grès rouge n'avaient fait que remplir le fond des dépressions qu'offrait la surface des roches schisteuses anciennes, des roches granitoïdes et des porphyres bruns, dont la réunion compose principalement le noyau des Vosges. Le grès des Vosges s'est étendu sur ce noyau bien au delà des limites des deux terrains précédents, et l'a enveloppé d'une manière plus continue; mais il ne l'a pas recouvert en entier, et les massifs de syénite et de porphyre brun, qui constituent les plus hautes sommités de la chaîne, s'élèvent au-dessus de tous les lambeaux de grès des Vosges, en formant un système d'aspérités qui excède leurs plans prolongés. De là il résulte que, si l'on joint de proche en proche, par la pensée, les sommités des montagnes sur lesquelles le grès des Vosges existe en lambeaux détachés, on enferme dans un espace à peu près triangulaire les principales aspérités qui font partie des Vosges; et l'on s'aperçoit aisément que tout cet espace devait être en saillie au-dessus des eaux quand le grès des Vosges s'est déposé, et y former une île montueuse.

Le Champ-du-Feu a formé une île analogue.

Plus au N., le Champ-du-Feu constituait une île moins étendue, séparée de la première par la grande dépression du val de Villé, dans laquelle se sont accumulés le terrain houiller, le grès rouge et le grès des Vosges, qui, dans ce canton, traversent toute la chaîne de l'E. à l'O.

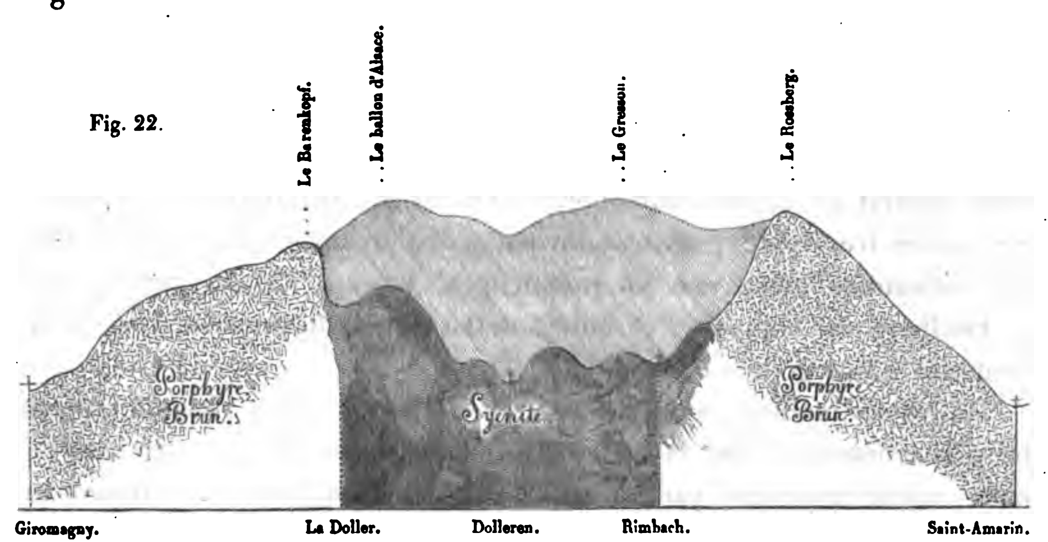
Les montagnes que nous avons signalées comme altérant la régularité de la double pente que présentent les Vosges de part et d'autre de leur ligne de faîte se trouvent désignées, par cela seul, comme ayant figuré au nombre des aspérités de l'ancienne île montueuse du midi des Vosges:

tels sont le ballon de Guebwiller, le Petit-Ballon ou Kahlen-Wassen, le Rossberg, le Gresson et les montagnes qui, plus au midi, forment cette façade accessoire, d'un caractère particulier, que les Vosges présentent du côté du département de la Haute-Saône, comme le Bärenkopf, les ballons d'Alsace et de Servance, la Planche-des-Belles-Filles, le Plainet, etc.

Structure de la partie méridionale des Vosges.

Le caractère spécial de ces parties méridionales des Vosges est, comme je l'ai dit plus haut, d'offrir des formes plus découpées que le reste. Au premier abord, les montagnes semblent y être confusément entassées les unes à côté des autres; mais un examen plus attentif ne tarde pas à montrer qu'elles sont groupées avec assez de régularité autour du massif de syénite dont les ballons d'Alsace et de Servance sont les deux points culminants. Ce massif, qui a, dans son ensemble, la forme d'un vaste dôme allongé de l'E. 15° S. à l'O. 15° N., est l'axe de tout le système : c'est, à proprement parler, sa direction que nous avons eue en vue lorsque nous avons comparé la structure des Vosges à un T renversé (⊥). Dans cette comparaison, il est figuré par la base horizontale du (⊥). (Voir le diagramme page 408.) La coupe ci-dessous, faite perpendiculairement à son axe vers son extrémité orientale, indique les relations de gisement des syénites et des porphyres bruns qui constituent principalement les montagnes dont il s'agit.

Fig. 22.



Coupe de Giromagny à Saint-Amarin.

La disposition relative des terrains figurés dans cette coupe s'explique- Comment elle

s'explique par le soulèvement de la syénite.

rait très-simplement si on admettait que, longtemps après la consolidation des porphyres bruns, les syénites ont été soulevées de dessous leur base pour former le massif du ballon d'Alsace. Ce soulèvement aurait causé la destruction d'une partie du terrain porphyrique, et aurait relevé le reste autour des ballons d'Alsace et de Servance; en donnant naissance aux déchirements qui paraissent avoir formé la première ébauche des vallées de Massevaux, de Giromagny et de Plancher-les-Mines. (Voir plus haut, p. 359.) Cette supposition s'accorde d'autant mieux avec la disposition relative des cimes de la partie méridionale des Vosges, que, des points situés de manière à prendre en enfilade le groupe allongé des ballons, par exemple des environs de Bâle, de Mulhouse, de Badenweiler, les diverses arêtes suivant lesquelles ils se groupent entre eux font naître, par leur disposition respective, l'idée d'un cratère de soulèvement dont le centre serait situé vers le ballon d'Alsace.

Les parties méridionales de la Forêt-Noire présentent un caractère analogue.

Les parties méridionales de la Forêt-Noire offrent le même caractère de dislocation, et on y remarque, comme dans les Vosges, beaucoup de montagnes orientées ou alignées entre elles à peu près de l'O. 15° N. à l'E. 15° S.

De la cime du Blauen, le midi de la Forêt-Noire se présente comme un massif granitique découpé sans loi bien visible, mais terminé assez abruptement vers le S. suivant une ligne qui court à l'E. 16° S.

Le Feldberg doit probablement son nom à ce que sa cime est plate et unie comme un champ. Elle est couverte d'un gazon ondulé qui s'étend à une assez grande distance vers l'E. 15° S., en montant et descendant, mais sans s'interrompre, et qui s'abaisse vers le S. sous une pente de 20 à 25°, et se revêt bientôt de sapins clair-semés. Vers le N., au contraire, elle offre des pentes très-rapides qui conduisent à des précipices. Cet arrachement est évidemment postérieur au ridement N. E. — S. O. du gneiss, dont le Feldberg est composé, et antérieur au dépôt du grès des Vosges qui l'entoure à une grande distance.

Toutes ces montagnes ont été soulevées par des efforts violents qui ont brisé la croûte du globe, et, depuis cette époque, ces massifs n'ont plus été entièrement recouverts par les eaux, puisque nulle part on ne trouve de roches sédimentaires sur leurs sommets. Il en est de même des ballons de la partie méridionale des Vosges, et de la saillie primordiale du Champ-du-Feu.

L'époque à laquelle ces masses ont été façonnées peut être circonscrite entre des limites beaucoup plus étroites encore que celles dont nous venons de parler; car il est évident qu'elle est antérieure à l'existence des bassins de Ronchamp et de Villé, que le terrain houiller, le grès rouge et le grès des Vosges ont comblés en partie, et postérieure à toute la formation des porphyres bruns, qui est un des éléments essentiels du massif des ballons. Ainsi le système des ballons a reçu, par voie de soulèvement, la configuration qui le distingue, à l'époque qui a suivi la formation du porphyre brun et qui a précédé immédiatement le dépôt du groupe carbonifère. J'ai émis depuis longtemps cette idée[1], que M. Hogard paraît avoir adoptée en grande partie[2]. Seulement, à l'époque où je l'ai publiée, les observations de MM. Lonsdale et Murchison sur le système devonien n'étaient pas encore connues, et le vieux grès rouge des Anglais était regardé comme compris dans la série carbonifère : cela m'avait fait croire que le système des ballons était d'une date antérieure au vieux grès rouge, tandis qu'il lui est postérieur, puisqu'il est formé en partie par le système devonien, dont le vieux grès rouge semble n'offrir qu'une manière d'être.

Age relatif du groupe des ballons.

Indépendamment des dislocations et des soulèvements dont il vient d'être question, le sol des Vosges et de la Forêt-Noire avait été compris plus anciennement encore dans un ridement très-général, qui avait affecté tous les terrains anciens d'une grande partie de l'Europe et leur avait imprimé cette direction habituelle vers l'E. 20 à 40° N., que j'ai signalée dans les gneiss, les schistes et autres roches anciennes, dont les bandes juxtaposées constituent le sol fondamental des Vosges.

Ridement très-général et très-ancien dirigé du N. E. au S. O.

Les différentes dislocations, de dates diverses, mais toutes assez anciennes, dont nous avons suivi les traces plus ou moins prononcées dans la masse des Vosges, rendent facile à concevoir l'existence des nombreux filons métalliques qui y sont exploités de temps immémorial. On sait, en effet, que les filons doivent leur origine à des fentes ou à d'autres interstices plus ou moins irréguliers qui, étant venus à se produire au milieu des roches dont l'écorce terrestre se compose, ont été remplis par diverses substances pierreuses et métalliques émanées, pour la plupart, de l'intérieur de la terre.

Ces nombreuses dislocations rendent facile à concevoir l'existence des filons métalliques.

[1] *Manuel géologique* de M. de la Bèche, traduction française, pag. 629, 1833.

[2] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 315.

L'existence de ces nombreux gîtes métallifères est même une confirmation de la réalité des dislocations que nous avons indiquées.

Nous allons passer en revue brièvement les principaux filons qui existent dans les Vosges. Nous reviendrons ensuite à la structure des montagnes, avec les données nouvelles dont cette étude nous aura enrichis.

Les deux localités des Vosges les plus célèbres par leurs filons sont le pied méridional du groupe des ballons aux environs de Giromagny et de Plancher-les-Mines, et les environs de Sainte-Marie-aux-Mines et de la Croix-aux-Mines.

Filons de Giromagny, de Plancher-les-Mines, etc.

Les filons de Giromagny, qui ont donné lieu, pendant les deux siècles derniers, à une exploitation très-productive, sont principalement situés dans les montagnes de Saint-Pierre et de Saint-Daniel. Ils se dirigent du N. au S. Ces filons, ceux de Plancher-les-Mines, d'Auxelles, de Fresse, de Ternuay, et d'autres analogues qui se trouvent à Wegscheid dans la vallée de Massevaux, et près de Bussang dans celle de la Moselle, sont, en général, encaissés dans le terrain de porphyre brun. Leur puissance est médiocre, mais ils présentent une grande variété de minerais souvent riches en argent.

La gangue est ordinairement formée de quartz, de spath calcaire, de chaux fluatée et de baryte sulfatée, et les minerais les plus abondants sont la galène argentifère, le cuivre pyriteux et le cuivre gris argentifère; on y rencontre aussi des nids de fer sulfuré aurifère[1].

Filons de Faucogney.

On connaît, près de Faucogney (Haute-Saône), deux filons argentifères qui ont été explorés en 1755. Ils sont encaissés dans un spilithe. L'un est un filon de galène argentifère, situé à un kilomètre au N. de Faucogney, et l'autre, un filon de cobalt arséniaté terreux argentifère, situé à 4 kilomètres à l'E. de cette petite ville, à peu de distance du hameau de la Mer[2].

Les granites de la Haute-Saône renferment, en outre, des filons de quartz et de chaux fluatée, avec plomb sulfuré et plomb arséniaté phosphaté[3].

Filons de Sainte-Marie-aux-Mines.

Les mines de Sainte-Marie-aux-Mines, qui passent pour les plus anciennes de France, sont ouvertes sur des filons d'une faible épaisseur encaissés dans le terrain de gneiss. Ces filons sont en grand nombre et affectent des directions très-variées; mais cependant les plus anciens et les plus riches en

[1] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, pag. 365.

[2] *Id.*, *ibid.*, pag. 363.

[3] *Id.*, *ibid.*, pag. 377.

minerais courent, pour la plupart, du N. au S.[1]. D'autres sont parallèles à la stratification du gneiss et courent sur les heures 5, 6 et 7 de la boussole. Ils contiennent des minerais de plomb, de cuivre, d'arsenic et d'argent. On trouve aussi, à peu de distance de Sainte-Marie-aux-Mines, des filons qui renferment du cobalt et de l'antimoine.

Filon de la Croix.

Les mines de la Croix, situées à deux lieues à l'O. de Sainte-Marie-aux-Mines, sont ouvertes sur un filon de galène et de plomb phosphaté, qui coupe la ligne de jonction du gneiss avec le granite porphyroïde et ne s'écarte que très-peu de cette ligne. Ce filon, qui se dirige à peu près du N. N. E. au S. S. O., est l'un des plus étendus et des plus épais qu'on connaisse. On l'a reconnu sur une longueur de plus de 6,000 mètres.

Filons de quartz.

Indépendamment de ces filons métallifères, les roches anciennes des Vosges sont fréquemment traversées par de nombreux filons de quartz. On cite particulièrement ceux du Valtin, de Gérardmer et de la Bresse. Celui de Gérardmer est exploité : on en tire des matériaux employés dans la composition du vernis de la faïence fabriquée dans le pays[2]. On peut remarquer que, près des filons quartzeux du Valtin, le mica de granite devient vert, ce qui donne à la roche une apparence de protogyne. La même chose s'observe non loin de la Bresse, dans la vallée de Bramont, près d'un grand filon de quartz qui coupe le granite. Ce filon se montre sur la pente granitique nue et rocailleuse qui constitue le flanc septentrional de la vallée en face du lac des Corbeaux ; il est épais de plusieurs mètres, paraît courir entre le N. et le N. N. E., et s'élève verticalement sur une hauteur de plus de 200 mètres, en se dessinant nettement sur la pente rectiligne que forme le granite, très-fendillé dans cet endroit.

Plexus de filons quartzeux appelé la *Vèche*.

Mais le plus bel exemple de filons quartzeux qui existe dans les Vosges se trouve dans la partie supérieure du Val-d'Ajol, entre Faymont et Hérival, où un plexus de filons quartzeux constitue une montagne de formes très-âpres appelée la *Vèche*, dont le torrent du Val-d'Ajol coupe la base dans une cluse pittoresque qui a excité plus d'une fois la verve des voyageurs. « Cette « belle montagne, écrivait l'abbé Bexon, ami et collaborateur de Buffon

[1] Von Oeynhausen, von Dechen, und von Laroche, *Umrisse der Rheinländer*, tom. I, pag. 196, 1825.

[2] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 314.

« et originaire des Vosges, est coupée à pic par différents groupes sur trois « ou quatre cents pieds de hauteur; et sur ses flancs, couverts d'énormes « quartiers rompus et entassés comme de vastes ruines, s'élèvent encore « d'énormes pyramides de ce même rocher, tranché et mis à pic du côté du « vallon. Cette montagne, la dernière des Vosges lorraines sur les confins « de la Franche-Comté, à l'entrée du canton nommé le *Val-d'Ajol*, fermait, « en effet, un vallon très-profond, dont les eaux, par un effort terrible, « ont rompu la barrière de roches et se sont ouvert un passage au milieu « de la masse de la montagne, dont les hautes ruines sont suspendues de « chaque côté. Au fond coule un torrent, dont le bruit accroît l'émotion « qu'inspirent l'aspect menaçant et la sauvage beauté de cet antique temple « de la nature, l'un des lieux du monde, peut-être, où l'on peut voir une « des plus grandes coupes d'une montagne vitreuse, et contempler plus en « grand le travail de la nature dans ces masses primitives du globe[1]. »

La cluse de Faymont, qu'on appelle aussi vallée des Roches, à cause de l'âpreté de ses flancs, est dirigée du N. O. au S. E. Elle traverse la masse quartzeuse sur une longueur d'environ 100 mètres.

Cette masse est composée de quartz rougeâtre, d'une teinte plus ou moins foncée, caverneux, jaspoïde, subcompacte, criblé de petits filons de quartz blanc, avec druses de cristal de roche et cristaux implantés de fer oligiste. Elle empâte souvent des fragments de grès rouge; on peut même dire qu'elle est formée par un filon de quartz qui se ramifie au milieu du grès rouge, dont il fait presque complétement disparaître la stratification, en sorte que la masse n'est plus divisible que par des fissures qui la partagent en grands polyèdres irréguliers. Le quartz soude les grains du grès de façon à donner à la masse une cassure unie analogue à celle du granite[2].

Le quartz est coloré d'une manière variable par l'oxyde de fer et les géodes que présentent plusieurs des branches du plexus de filons renfermant des cristaux de baryte sulfatée, de fer oligiste, de chaux fluatée, etc... L'abbé Bexon disait (article cité) que, dans cette montagne, « le jaspe tra- « verse et serpente entre les masses de quartz par larges veines sinueuses, qui

[1] L'abbé Bexon, cité par Buffon dans l'*Histoire naturelle des minéraux*, tom. III, pag. 49 (article du jaspe.)

[2] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 7.



« *représentent les soupiraux par lesquels s'exhalaient les sublimations métalliques.* »

Le bord S. E. de la masse quartzeuse semble courir au N. 20 à 25° E.; elle a, par conséquent, à peu de chose près, la direction des grandes failles des Vosges, et son existence paraît se lier à celle de la faille qui termine les Vosges à l'O. Le gisement du bois silicifié de Faymont, où les argilolithes du grès rouge se montrent presque au niveau du fond de la vallée du Val-d'Ajol, est situé à l'O. du prolongement de la masse quartzeuse, c'est-à-dire en dehors ou sur le côté le plus bas de la fracture qu'elle semble avoir remplie.

Sur le bord oriental des Vosges, il existe aussi un filon quartzeux remarquable par son épaisseur et par le nombre des ramifications qu'il présente. C'est un filon d'agate, dont les bandes sinueuses sont diversement colorées par le peroxyde de fer. On en a tiré des blocs au-dessus de Ribeauvillé, qu'on a sciés en grandes plaques destinées à être polies. Filon analogue près de Ribeauvillé.

Les Vosges sont aussi traversées par des filons ferrugineux, qui sont même plus nombreux et plus répandus que les précédents, et qui s'étendent jusque dans le grès des Vosges dans lequel ils s'arrêtent. Filons ferrugineux.

On en trouve dans les contrées granitiques de la partie centrale des Vosges, où la présence du fer oligiste est un fait très-commun, surtout vers le midi. Ainsi, parmi beaucoup d'autres localités, on peut le citer à Gerbamont, Cornimont, Dommartin, Rupt, dans la vallée de Travexin, au mont de Fourche, à la Croisette, à Xonviller, Faymont, etc...; mais il n'y existe qu'en veines extrêmement minces et souvent interrompues : aussi son exploitation serait fort incertaine. A Reherrey, au pied occidental du Solem (commune de Dommartin), des coupures faites sur les flancs de la montagne pour la recherche des minerais de fer ont mis à découvert de nombreux filons de fer oligiste, qui parcourent en veines déliées un massif granitique tout décomposé [1]. Fer oligiste très-répandu dans les granites.

On rencontre dans le mélaphyre, à la montagne du Ménil, commune de Servance, un riche filon de fer oligiste qui n'a pas encore été exploité d'une manière suivie. Ce filon est quartzeux, à peu près vertical, et puissant vers sa crête d'environ 15 mètres. Son épaisseur paraît diminuer du haut en bas. Le minerai s'y présente en gros rognons contigus, dont la plus grande lar- Filons de fer oligiste aux environs de Servance.

[1] Ernest Puton, *Métamorphoses et modifications des roches des Vosges*, pag. 39.

geur a été jusqu'à présent de 4 mètres. C'est un fer oligiste, le plus souvent écailleux et quelquefois argilifère, qui contient quelques nids de baryte sulfatée, des veines de fer spathique et des géodes tapissées de chaux carbonatée nacrée [1].

Le même mélaphyre offre, au lieu dit le Revers-aux-Chiens, à 2 kilomètres au S. de Servance, un stockwerk composé de trois filons principaux, dont deux, à peu près parallèles, se dirigent de l'E. à l'O. Ces filons sont quartzeux, puissants de 3 à 6 mètres, et présentent des nids de fer oligiste et de baryte sulfatée [2].

A Saphoz, commune de Faucogney (Haute-Saône), on observe un filon de fer oligiste qui traverse le spilithe; il n'a pas encore été exploité, malgré la richesse et l'abondance du minerai. Ce filon est quartzeux, puissant de 4 à 5 mètres et à peu près vertical. Il se dirige du N. O. au S. E.

Filon de manganèse oxydé, à Saphoz.

Le *spilithe* renferme aussi, dans la commune d'Émoulière, à peu de distance du hameau de Saphoz, un filon de quartz avec manganèse oxydé, qui est puissant de 24 à 26 centimètres, se dirige du N. au S., et plonge vers l'O. sous un angle d'environ 30 degrés [3].

Filons ferrugineux de l'angle S. E. des Vosges.

Les filons ferrugineux sont très-nombreux dans l'angle S. E. des Vosges, où ils sont principalement encaissés dans le terrain de porphyre brun. Quelques-uns cependant y traversent aussi les schistes ou les roches granitoïdes.

A la tête des Neuf-Bois, au S. du col de Bussang, et dans la colline des Charbonniers, au pied du Gresson, on rencontre plusieurs filons remplis de fer hydraté accompagné d'une gangue quartzeuse. On en trouve aussi à la montagne du Gresson.

Dans le flanc méridional de la vallée de la Thur, au midi de la descente du col de Bussang, on observe un filon de fer appelé filon de Steingraben. Il court du N. N. E. au S. S. O. Près de Felleringen, on exploite aussi un filon de minerai de fer, qui court également du N. N. E. au S. S. O., et qui a même été pris pour le prolongement de celui de Steingraben [4].

On trouve encore de nombreux filons de fer hydraté dans les montagnes de porphyre brun, au milieu desquelles les vallées de Saint-Amarin et de

[1] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique de la Haute-Saône*, p. 359.

[2] *Id.*, *ibid.*, pag. 360.

[3] *Id.*, *ibid.*, pag. 362.

[4] De Billy, *Notes inédites*.

Massevaux débouchent dans la plaine de l'Alsace. L'hématite brune y est souvent recouverte de manganèse argentin, qui forme quelquefois un duvet cotonneux. Ces filons se montrent en grand nombre dans le vallon d'Erzenbach, qui aboutit à Bitschwiller. On en trouve plusieurs de part et d'autre de la crête qui sépare les vallons de Thann et de Steinbach.

A Saint-Gangolf, dans la vallée de Guebwiller et à Wintzfelden, on exploite un filon de fer oligiste.

D'après M. de Billy, ingénieur en chef des mines à Strasbourg, les filons de fer du S. E. des Vosges se dirigent au N. 10° à 40° E., ou en moyenne N. 25° E. : c'est à peu près la direction des grandes failles, auxquelles nous avons attribué les traits les plus étendus de la configuration des Vosges.

A l'extrémité septentrionale du Ban-de-la-Roche, on rencontre, près de Rothau et de Framont, différents gîtes de minerais de fer, encaissés soit dans le terrain granitique, soit dans celui de schistes et de porphyres.

Les mines de fer de Rothau, dont j'ai publié, en 1822, une description succincte dans les *Annales des mines,* sont toutes situées dans la bande de roches granitiques que j'ai signalée sur la rive droite de la Brûche. Les dépôts de fer oxydé rouge compacte, un peu magnétique, exploités à Rothau, ont généralement la forme d'une plaque épaisse de 2 ou 3 centimètres, et plane dans son ensemble, dirigée moyennement de l'E. 30° à 35° N. à l'O. 30° à 35° S., plongeant vers le N. sous un angle de 70 à 80°. Ce sont de véritables filons[1].

Le granite qui constitue le faîte sur lequel passe la route de Saales à Sénones présente aussi des gîtes ferrugineux qui rappellent en petit ceux de Rothau. Le granite qui forme le flanc occidental de la crête, au point où la route commence à descendre vers Sénones, est traversé par une multitude de petits filons de fer oligiste; de plus, on remarque que tous les sillons où l'eau a coulé sont couverts de petits grains octaèdres de fer oxydulé, qui paraissent provenir de la désagrégation du granite.

Gîtes ferrugineux de Framont.

A Framont, ainsi que je l'ai déjà dit, on exploite, depuis un temps immémorial, des amas aplatis de fer oligiste et de fer hydraté. La ressem-

[1] Élie de Beaumont, *Notice sur les mines de fer et les forges de Framont et de Rothau.* (*Annales des mines,* tom. VII, pag. 522, 1822.)

blance du premier de ces minerais avec celui de l'île d'Elbe a été remarquée depuis longtemps[1]. Ces amas sont disposés avec symétrie autour d'une protubérance porphyrique. On observe aussi, près de Framont, des filons de fer hydraté qui se prolongent dans le grès des Vosges. M. de Billy, ingénieur en chef des mines à Strasbourg, a lu dernièrement, à la Société des sciences naturelles de cette ville, un travail relatif à ces gîtes importants, sur lesquels j'ai moi-même publié, en 1822, une notice succincte[2].

Filons ferrugineux de la partie septentrionale des Vosges; plomb phosphaté.

La partie septentrionale des Vosges, qui est formée presque entièrement par le grès des Vosges, renferme aussi plusieurs filons de fer hydraté. Ce minerai s'y présente fréquemment sous forme de belle hématite brune. On trouve surtout des filons de ce genre au-dessus de Wissembourg et dans les environs de Lembach, à Katzenthal, Rörenthal, Fleckenstein, Schlettenbach, Erlenbach, etc.; il en existe aussi à Bergzabern[3], près de Landau. Les filons de Fleckenstein et d'Erlenbach sont souvent très-puissants, et remplis en partie de blocs de grès des Vosges confusément entassés. On y rencontre des veines très-étendues de plomb phosphaté[4], et ce minerai a fait pendant quelque temps, aux environs d'Erlenbach, l'objet d'une exploitation distincte.

Mouvements qui se sont reproduits à plusieurs reprises dans les filons. *Miroirs.*

Un examen attentif des filons montre que, dans les Vosges comme dans toutes les contrées où on en exploite, les mouvements relatifs des divers compartiments du sol ont été multipliés. Indépendamment de la première dislocation qui a fait naître les fentes occupées par les filons, on remarque des traces de mouvements de glissement de l'une des parois des filons par rapport à l'autre. Ces mouvements se sont opérés pendant le remplissage ou après, et ont donné naissance, par l'effet d'un frottement violent, à ces surfaces polies ou *miroirs* qu'on observe si fréquemment, soit au milieu des filons, soit le long de leurs parois.

Rejets produits

Ils sont, en outre, traversés et déviés, *rejetés*, par des fentes restées

[1] De Sivry, *Journal des observations minéralogiques faites dans une partie des Vosges et de l'Alsace :* ouvrage qui a remporté le prix, au jugement de *Messieurs* de la Société royale des sciences, belles-lettres et arts de Nancy, en 1782.

[2] Élie de Beaumont, *Notice*, etc. (*Annales des mines*, tom. VII, pag. 526.)

[3] T. Calmelet, *Journal des mines*, t. XXXV, p. 215.

[4] J. Fournet, *Études sur les dépôts métallifères*, dans le 3e volume du *Traité de géognosie* de M. Daubuisson, continué par M. A. Burat, pag. 462.

vides ou remplies seulement d'argile et de débris, qui annoncent des dislocations plus ou moins considérables survenues après leur formation. par des fentes.

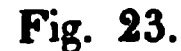
Mouvements d'un ordre secondaire opérés dans les Vosges après les grandes dislocations.

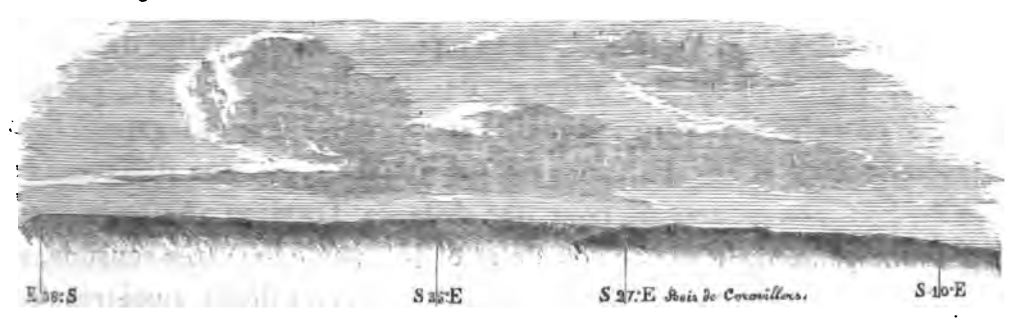
Les Vosges, observées attentivement, présentent, en effet, des traces non équivoques de mouvements d'un ordre secondaire opérés après les grandes dislocations, qui en ont façonné les traits principaux, et après la formation des filons qui les sillonnent.

J'ai déjà signalé l'anomalie qu'offrent les allures du grès bigarré aux environs du Val-d'Ajol. J'ai remarqué que cette formation, qui généralement ne fait qu'entourer les Vosges, et qui en dessine le pied comme une mer dessine le pied de ses falaises, s'étend de part et d'autre du Val-d'Ajol jusque sur les épaules des montagnes.

Anomalies que présentent les allures du grès bigarré aux environs du Val-d'Ajol.

Dans ces cantons, et même dans tout l'intervalle entre Plombières et Ronchamp, le bord des Vosges cesse d'être marqué par le ressaut ordinaire, et les plateaux de grès bigarré, s'élevant uniformément jusqu'à la hauteur des montagnes, viennent se raccorder avec elles, comme l'indique le croquis suivant, que j'ai pris de la route de Remiremont au Val-d'Ajol, entre la Thuilerie et les Vargottes, après avoir descendu de quelques mètres, à partir du point culminant, dans la direction de Faymont.


Fig. 23.



Silhouette des plateaux compris entre le Val-d'Ajol et la vallée de Faucogney.

La vue s'étend au S. 30° E. par-dessus le confluent de vallées situées entre le Breuil et le bas d'Hérival. On voit, dans cette direction, un horizon assez uni, qui se relève un peu à gauche, et qui s'abaisse doucement vers la droite pour aller se raccorder avec les légères ondulations des collines de la Haute-Saône. Cet horizon est formé, en grande partie, par le grès bigarré.

A la Croisette, village bâti sur le plateau du grès bigarré, entre Fouge-

rolles et Plombières, on se trouve en quelque sorte sur la ligne du raccordement, et on voit le massif des Vosges se profiler de l'E. au N. N. E. suivant une ligne presque unie, parce qu'on est à peu près dans le plan tangent à ses aspérités. Mais cette partie incertaine du contour des Vosges n'a qu'une très-faible étendue, puisque, comme nous l'avons déjà dit, la ligne de démarcation entre les montagnes et les plaines qui les entourent se dessine nettement, d'une part, à partir de Plombières, dans la direction du N. E., et, de l'autre, à partir de Ronchamp ou même de Ternuay, dans la direction de l'E.

Hauteur considérable à laquelle ces anomalies élèvent le grès bigarré.

Le surcroît de hauteur que le grès bigarré acquiert en s'élevant, ainsi qu'on vient de le dire, sur le bord S. O. des Vosges, est considérable. La hauteur au-dessus de la mer, à laquelle se trouve le grès bigarré, est :

A Fontaine-les-Luxeuil (Haute-Saône), de	270m
A Rambervillers, de	300
A Bains, de	330
A Haut-Mougey, de	375
Au Million, près de Bains, de	400
A Vioménil, de	463
A Haut-Domprey, à l'E. de Bains, de	589
A la Sentinelle (entre Plombières et le Val-d'Ajol), de	621
Sur les flancs du Val-d'Ajol, en se rapprochant de la vallée de la Moselle, vers Maxonchamp, de	750

Ainsi, entre les élévations auxquelles se rencontre le grès bigarré à Fontaine-les-Luxeuil et sur les flancs du Val-d'Ajol, il y a une différence de près de 500 mètres, ce qui, pour une distance d'environ 25,000 mètres, donne une pente de 1 sur 50, ou de 1° 8′ 45″, pente déjà très-sensible, et avec laquelle il serait fort difficile d'admettre qu'un dépôt aussi régulier et aussi uniforme que le grès bigarré ait pu se former. De plus, le grès bigarré de Haut-Domprey dépasse déjà en hauteur un grand nombre de collines de grès des Vosges, sur lesquelles ce grès n'existe pas, et sur lesquelles il se serait avancé s'il avait été déposé au niveau qu'il atteint aujourd'hui en divers points. M. Ernest Puton a signalé avec raison la singularité de cette disposition, qui ne se retrouve dans aucune autre partie des Vosges, et qui indique bien, dans le canton où elle s'observe, des phénomènes d'un ordre spécial. J'ai cru, de mon côté, pouvoir conclure de

ce fait qu'il y a là un axe particulier ou une ligne de soulèvement différente de toutes celles qui ont principalement influé sur la configuration des Vosges, et plus moderne qu'elles toutes.

Axe particulier de soulèvement dans le S. O. des Vosges.

Les circonstances géologiques qui élèvent ainsi le grès bigarré à 750^m au-dessus de la mer sur les plateaux qui séparent la vallée du Val-d'Ajol de celle de la Moselle, contrairement à ses allures dans tout le reste des Vosges, me paraissent comparables à celles qui portent les arkoses de la formation des marnes irisées à la cime du mont Saint-Vincent, au S. E. du Creusot (596^m), et sur les hauteurs de Pierre-Écrite dans le Morvan (580^m). Les unes et les autres me semblent devoir se rapporter à la révolution qui a établi une ligne de démarcation entre la formation des marnes irisées et celle du terrain jurassique, et qui a vu surgir les serpentines du Limousin.

Comparaison avec le Morvan.

Date géologique probable de ce soulèvement.

J'ai déjà dit précédemment qu'il existe des serpentines dans le S. O. et le S. des Vosges (à Éloyes, à Sainte-Sabine, au Goujot, à Champdray, à Houx, aux Xettes-de-Gérardmer, aux Arrentés-de-Corcieux, au Bressoir, à Odern), et que M. Hogard croit leur apparition postérieure au dépôt du grès des Vosges[1]. Si cette opinion se confirmait, je regarderais comme probable que les roches dont il s'agit seraient même postérieures à tout le groupe du trias, et contemporaines des roches analogues du Limousin. (Voy., relativement à ces dernières, le chapitre II de cet ouvrage, p. 170.)

Sa liaison probable avec les éruptions de serpentine.

Dans les autres parties du contour des Vosges, le grès bigarré, sans s'élever notablement au-dessus du niveau des plaines, n'est pas toujours horizontal. Souvent il s'appuie en couches fort inclinées contre la base des montagnes, ce qui annonce que cette base, qui avait servi de rivage à la mer du grès bigarré, a cependant subi des mouvements postérieurs au dépôt de cette formation. Ces mouvements, sans être très-considérables, se sont fait sentir sur de grands espaces; mais ils n'ont été sensibles que sur une partie du contour des montagnes.

Autres mouvements que le grès bigarré a subis depuis son dépôt autour des Vosges.

J'ai signalé depuis longtemps le fait que les dépôts du grès bigarré et du muschelkalk, qui sont également développés sur tout le pourtour des Vosges, n'atteignent pas un niveau aussi élevé à l'E. de la falaise qui borde les Vosges du côté de l'Alsace que sur la pente opposée de la chaîne, et que, dans les points de la plaine de l'Alsace où on les voit au pied de l'escarpement du

[1] Hogard, *Système des Vosges*, pag. 304.

grès des Vosges, leurs couches sont souvent inclinées, quelquefois même contournées d'une manière qui ne leur est pas ordinaire. Cette remarque m'a naturellement conduit à me demander si un état de choses si particulier ne pourrait pas être attribué à une grande fracture, à une *faille*, qui, à une époque postérieure au dépôt du muschelkalk, et peut-être beaucoup plus récente, se serait manifestée suivant la ligne qui forme actuellement le bord oriental de la région montueuse. Cette faille, sans occasionner une dislocation générale, aurait simplement fait naître la différence de niveau actuellement existante entre des points qui, lors du dépôt du muschelkalk, ont dû probablement se trouver à la même hauteur[1].

Ils peuvent résulter des mouvements récents dans des failles existantes antérieurement.

Mais il n'est pas nécessaire, pour expliquer ce phénomène, d'imaginer qu'il se soit produit, à une époque moderne, une faille ou une série de failles entièrement nouvelles. Il suffit de concevoir qu'un nouveau déplacement ait eu lieu entre les deux parois des failles déjà existantes. La base des montagnes était limitée par des failles, dans les vides desquelles il s'était amassé, suivant toute apparence, des filons; et les mouvements dont je parle correspondent aux *miroirs* qu'on observerait dans ces filons.

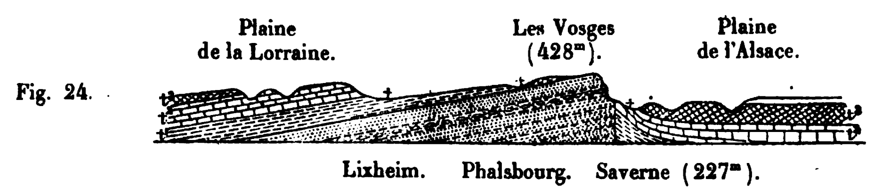
Miroirs produits dans des filons déjà formés.

Ces mouvements ont quelquefois eu lieu à des époques très-récentes.

Ces mouvements ont quelquefois eu lieu à des époques très-récentes; car on voit, en beaucoup de points, non-seulement le muschelkalk, mais encore le calcaire jurassique et même certains dépôts tertiaires, participer plus ou moins complétement à l'inclinaison du grès bigarré. L'ensemble des circonstances que je viens de signaler est surtout bien visible à Saverne, où la chaîne des Vosges se réduit à une simple falaise de grès des Vosges, au pied de laquelle le muschelkalk se présente en couches inclinées, et qui est couronnée par le grès bigarré, comme le montre le diagramme ci-dessous.

Coupe de la montagne de Saverne.

Fig. 24.



Profil transversal de la côte de Saverne.

[1] Élie de Beaumont, *Observations géologiques sur les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère du lias.* (*Annales des mines*, 2e série, t. I, p. 406, et t. II, p. 46; et *Mémoires pour servir à une description géologique de la France*, t. I, p. 18 et 150.)

Ce dessin, dressé d'après mes observations de 1821, et sur lequel on pourra suivre la description, aussi exacte que détaillée, écrite par M. de Sivry quarante ans auparavant[1], fera aisément comprendre que la hauteur de la côte de Saverne (200^{m}) donne à peu près la mesure du glissement qui a eu lieu dans la faille préexistante, et par suite duquel la Lorraine s'est trouvée élevée au-dessus de l'Alsace. Mais la manière dont cette faille se poursuit au midi jusqu'à Saales, et au nord jusqu'à Pyrmasens, et la circonstance curieuse que, vers le midi, c'est son côté oriental qui est le plus bas, tandis que c'est le contraire vers le nord, montrent qu'elle existait avant le dernier glissement dont nous venons de parler. Avant ce glissement récent, les deux côtés de la faille devaient être presque exactement de niveau à Saverne, qui correspond presque rigoureusement au point où le mouvement relatif de ces deux côtés changeait de sens; et alors les Vosges devaient être à peu près interrompues en cet endroit.

Ce qu'il y a d'ancien et ce qu'il y a de moderne dans la faille de Saverne.

Les fissures qui croisent et qui rejettent les filons des Vosges sont aussi dans le cas de donner lieu à des modifications dans le relief de ces montagnes, et de détruire l'uniformité des couches déposées à leur pied. Ces dernières sont traversées par un grand nombre de failles, dont les plus remarquables, dirigées, à peu de chose près, de l'E. 40° N. à l'O. 40° S., forment un ensemble qui s'étend au loin, en occasionnant les principaux accidents des collines de la Haute-Saône et de la Côte-d'Or. Elles appartiennent au système de dislocation, qui a marqué la limite entre le terrain jurassique et le terrain crétacé inférieur.

Failles du système de la Côte-d'Or, qui accidentent la contrée dont les Vosges font partie.

Lorsque les proéminences produites par ces dislocations modernes se trouvent en contact immédiat avec les Vosges, comme cela arrive aux collines situées entre Éloyes et Épinal et à celles qui s'avancent dans le département du Bas-Rhin, de Wasselonne à Schwindratzheim, elles se présentent, au premier abord, comme des appendices des Vosges. Cependant, comme elles sont exactement du même ordre que d'autres proéminences qui accidentent les plaines de la Lorraine ou de la Franche-Comté à une grande distance du pied des Vosges, je dois me réserver de m'en occuper dans les

[1] De Sivry, *Journal des observations minéralogiques faites dans une partie des Vosges et de l'Alsace*, p. 21 : ouvrage qui a remporté le prix, au jugement de *Messieurs* de la Société royale des sciences, belles-lettres et arts de Nancy, en 1782.



chapitres de cet ouvrage qui seront consacrés à la plaine du Rhin, à celle de la Lorraine et aux collines adjacentes.

Il est difficile de faire, dans l'intérieur des Vosges, la part exacte des accidents plus modernes que le dépôt du grès bigarré.

Dans l'intérieur de la région montagneuse, des accidents de l'ordre des collines de la Haute-Saône se trouvent n'avoir qu'une importance relative assez médiocre. De là il résulte qu'il devient difficile de faire, dans l'intérieur des Vosges, la part exacte des accidents d'une date plus moderne que le dépôt du grès bigarré. On y distingue cependant quelques formes d'un caractère spécial, qui paraissent comme une surcharge ajoutée récemment et partiellement aux contours généraux de l'ancien relief.

Par exemple, lorsque de la cime du Hohneck on dirige ses regards vers l'extrémité septentrionale de la masse principale des Vosges, on aperçoit au N. 20° E. le Climont, qui se projette un peu plus à droite et un peu plus bas que les escarpements du vieux château de la Muraille. Depuis Raon-l'Étape jusqu'à la Muraille, les montagnes de grès vont en se relevant d'une manière lente et à peu près uniforme, et le massif du Champ-du-Feu présente derrière le Climont une ligne presque droite et un peu plus élevée que la fin de la ligne des montagnes de grès.

Fig. 25.

Le Grand et le Petit-Donon, vus de la cime du Hohneck.

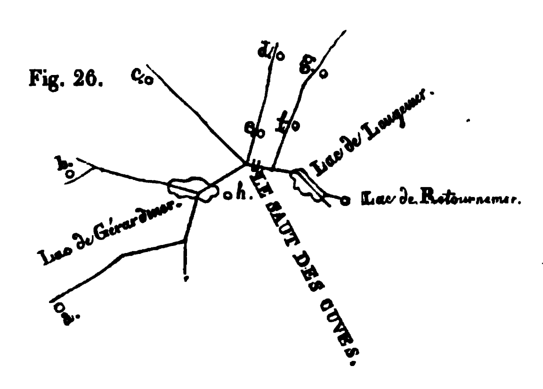
Soulèvement partiel du Donon.

Le Grand et le Petit-Donon font seuls saillie au-dessus de la ligne générale, ce qui indiquerait qu'ils ont éprouvé un soulèvement spécial et local, indépendamment du relèvement général de la grande assise de grès.

Étoilement du sol aux environs de Gérardmer.

La cascade appelée le Saut-des-Cuves, entre le lac de Longemer et celui de Gérardmer, se trouve dans une situation extrêmement remarquable par la convergence, presque exacte, de plusieurs vallées très-encaissées et souvent rectilignes sur de grandes longueurs. Ce sont : 1° la vallée de la Mortagne, depuis le Saut-des-Cuves jusqu'à Évelines, un peu au-dessus de Granges; 2° la vallée de la Source-Neuve, depuis Neymont jusqu'à Gerbepal; 3° la vallée supérieure de la Mortagne, depuis le Saut-des-Cuves jusqu'à Longemer, et peut-être, mais en ligne brisée, jusqu'au lac de Retournemer; 4° la vallée de la Jamagne, depuis le Saut-des-Cuves jusqu'à Gérardmer, et peut-être, mais en ligne brisée et ramifiée, jusqu'au Tholy et à Vagney. Une

5e vallée, celle du Plainfaing et de Sachemont, viendrait elle-même, si elle était prolongée, passer à peu de distance du point de concours des quatre autres. Cette disposition est très-clairement rendue sur la feuille 85 de la nouvelle carte de France, que publie le dépôt de la guerre, et je l'ai indiquée dans le diagramme ci-dessous. Elle donne naturellement l'idée d'un *étoilement du sol* causé par une force soulevante.



Vallées de fractures divergentes aux environs de Gérardmer.

Quelles sont les roches éruptives qui ont été les agents de cette force soulevante? Sont-ce les porphyres quartzifères qui se montrent en filons dans le granite au Saut-des-Cuves? Sont-ce les serpentines qu'on observe près de là, à Neymont et aux Xettes-de-Gérardmer? Le basalte aurait-il tenté de se faire jour en ce point, en même temps qu'il faisait éruption à la côte d'Essey en Lorraine, et à Riquewihr en Alsace? Je manque de données pour le décider.

Lacs circulaires.

Les lacs circulaires placés dans des cirques en forme d'entonnoirs, que j'ai décrits au commencement de ce chapitre, p. 275, tels que le lac du Ballon, le lac des Corbeaux, etc., et peut-être le lac de la Maix, dans les montagnes de grès au S. O. de Framont, paraissent être aussi des formes surajoutées aux contours primitifs des montagnes.

Les bassins de ces lacs rappellent, comme je l'ai indiqué, les *fontis* des carrières abandonnées: il est toutefois à remarquer qu'aucun d'eux n'a son contour complet et qu'aucun n'est rempli d'eau jusqu'à ses bords. Cela semblerait annoncer qu'aucun d'eux ne s'est produit sans quelque soulèvement ou déchirement préalable.

Les montagnes de la Forêt-Noire, qui présentent tant de points de rapprochement avec les Vosges, ont aussi leurs lacs circulaires.

Le Feldberg se termine vers le N. par un arrachement festonné, dont chaque dentelure est le cirque terminal d'une vallée (la vallée du Rothwasser, qui conduit au lac Titi, et les vallons qui y affluent; la vallée de Zasslerthal, plusieurs branches du Wilhelmsthal, etc.). Le Feldsee est une nappe d'eau presque exactement circulaire, d'une profondeur inconnue, qui remplit le fond d'un de ces demi-cirques, formés sans doute par éboulement. Le lac au S. du col de Sirniz a probablement une origine semblable.

Leur ressemblance avec les lacs de l'Eifel.

J'ai déjà indiqué les traits de ressemblance qui rapprochent ces lacs circulaires de ceux de la région volcanique de l'Eifel, tels que le lac de Meerfeld, celui de Gillenfeld, les trois lacs de Daun, etc. Ces derniers sont évidemment liés à des éruptions volcaniques très-modernes, et il me paraît probable que les lacs circulaires des Vosges et de la Forêt-Noire, dont les formes ne sont guère moins bien conservées, n'ont pas une origine beaucoup plus ancienne.

Leur origine par écroulement, liée probablement à l'éruption des basaltes.

Je présume que ces bassins en forme d'entonnoirs résultent d'écroulements qui ont eu lieu dans des cavités situées dans l'intérieur des montagnes, à l'occasion des dernières secousses qui s'y sont fait sentir, et peut-être à l'époque des éruptions volcaniques qui ont produit à leur pied, dans la plaine du Rhin, le massif du Kaiserstuhl et les petits îlots basaltiques de Riquewihr et de Gundershofen; en Lorraine, le mamelon basaltique de la côte d'Essey; et près d'Autun, les tertres basaltiques du Drevin.

Ces phénomènes modernes n'ont pas effacé les limites entre les plaines et les montagnes.

Ces phénomènes modernes, tout en apportant quelques légères modifications au relief des Vosges, et en interrompant l'uniformité des plaines environnantes, n'ont pas effacé les limites qui séparent les plaines des montagnes. Ils n'ont pas ôté le caractère général de plaine au sol récent qu'ils ont accidenté; ils n'ont pas donné naissance, dans la contrée qui nous occupe, à de véritables montagnes. La distinction de la plaine et de la montagne remonte donc, ici, à une cause antérieure, et les limites des deux régions restent toujours généralement en relation avec les dislocations plus anciennes et plus considérables que nous avons signalées ci-dessus.

Les Vosges sont caractérisées par leur isolement.

Ainsi les Vosges sont caractérisées comme région naturelle par l'espèce d'isolement dans lequel elles se trouvent au milieu des plaines qui les entourent, et même par rapport aux ondulations que ces plaines présentent. Mais cet isolement, les Vosges ne l'offrent pas à elles seules; car, en

face de ces montagnes sur la rive droite du Rhin, se dessinent deux autres groupes, celui de la Forêt-Noire et celui de l'Odenwald, qui sont dans une position tout à fait analogue, et qui ont, en outre, de si nombreux traits de ressemblance avec les Vosges, qu'on ne saurait se dispenser de les leur associer, et de voir, dans tout cet ensemble, un groupe naturel faisant partie d'un même *système de montagnes*.

La Forêt-Noire et l'Odenwald partagent ce caractère d'isolement.

Les noms de Forêt-Noire et d'Odenwald s'appliquent, en effet, aux proéminences qui s'élèvent au milieu de la plaine ondulée de la Souabe, dans une acception précisément analogue à celle que nous avons reconnue au nom de Vosges. Toutes ces montagnes forment deux groupes en quelque sorte symétriques, qui se terminent, l'un vis-à-vis de l'autre, par deux longues falaises légèrement sinueuses, dont les directions générales sont parallèles l'une à l'autre et au cours du Rhin, qui coule entre elles depuis Bâle jusqu'à Mayence. Ces deux falaises sont principalement composées d'éléments rectilignes, orientés presque exactement du N. N. E. au S. S. O., et les montagnes dont elles sont, pour ainsi dire, les façades, présentent, les unes comme les autres, dans beaucoup de points de leur pourtour ou de leur intérieur, d'autres lignes d'escarpements parallèles aux précédents.

Analogie des montagnes des deux bords du Rhin.

Ces lignes sont les traits caractéristiques du groupe naturel ou du système de montagnes dont nous parlons, système que M. Léopold de Buch a nommé *système du Rhin*. Elles se dessinent très-nettement sur une carte géologique de ces contrées, aussitôt qu'on y distingue par des couleurs différentes les deux formations, si souvent confondues ensemble, du grès des Vosges et du grès bigarré. Dans la Forêt-Noire et dans l'Odenwald, aussi bien que dans les Vosges, les escarpements ci-dessus mentionnés sont habituellement composés, en tout ou en partie, de grès des Vosges. Ils forment, en général, la tranche des plateaux plus ou moins étendus dont les couches de cette formation constituent la surface. Dans la Forêt-Noire et dans l'Odenwald, ils paraissent dus, comme dans les Vosges, à de grandes fractures, à une série de failles parallèles, qui ont rompu et diversement élevé ou abaissé les différents compartiments dans lesquels elles ont divisé la formation du grès des Vosges, à une époque où cette formation n'était encore recouverte par aucune autre. Le bouleversement dans lequel elles se sont produites est, par conséquent, antérieur au dépôt du système du grès bigarré, du muschelkalk et des marnes irisées, qui, tout autour des

Système du Rhin; ses traits caractéristiques.

montagnes des deux bords du Rhin, s'étend jusqu'au pied des falaises dirigées du N. N. E. au S. S. O., mais qui, malgré les traces de dislocation très-nombreuses et souvent fort étendues qu'on y observe, ne s'élève jamais, comme le grès des Vosges, en véritables montagnes. Ce groupe de couches s'arrête toujours au pied des montagnes que constituent les formations, ses aînées, dans une sorte d'attitude respectueuse, qui est un des caractères géologiques les plus remarquables de la contrée : cela seul donne aux montagnes du système du Rhin un cachet d'ancienneté qui les distingue éminemment du Jura, des Pyrénées, des Alpes, et, en général, de toutes les chaînes plus modernes et plus hautes sur les flancs desquelles des formations récentes se montrent à de grandes hauteurs.

Petits accidents des contrées rhénanes qui appartiennent à d'autres systèmes.

Les accidents que présente la plaine secondaire et tertiaire qui environne la Forêt-Noire, les Vosges et l'Odenwald, sont le prolongement des accidents du Jura et de la Côte-d'Or, qui ne se terminent pas subitement. La convulsion à laquelle les Alpes occidentales doivent les principaux linéaments de leur relief a aussi déterminé l'apparition, à la surface du globe, des collines phonolithiques de Hohentwiel et du groupe du Kaiserstuhl; elle doit même s'être prolongée au delà dans l'intérieur de la plaine du Rhin, mais en n'y produisant que de très-faibles aspérités. Ces accidents, d'un ordre tout à fait secondaire pour la contrée qui nous occupe, ne forment aussi qu'un trait accessoire de peu d'importance dans le tableau des grandes révolutions, dont les traits principaux sont ailleurs.

Étendue probable du système du Rhin.

Les événements plus remarquables arrivés auparavant sur le même sol ne sont, sans doute, eux-mêmes, que des fractions de faits beaucoup plus généraux : ainsi les grandes failles, dirigées vers le N. N. E., auxquelles est dû l'isolement dans lequel se trouvent les montagnes du système du Rhin au milieu des plaines ondulées qui les entourent, ne sont qu'une petite partie d'un système de dislocations beaucoup plus étendu qui traverse le sol d'une partie considérable de l'Europe.

La ligne presque droite suivant laquelle se terminent à l'E. les grauwackes du Westerwald près de Homburg, de Giessen, de Marburg, est dans le prolongement presque exact de la faille qui limite les basses Vosges de Wissembourg à Wachenheim.

La bande de terrains houillers, en lambeaux intercalés, pour la plupart, dans les replis des roches cristallines, qui traverse le centre de la France

en ligne droite, de Decise à Pleaux, marque une dislocation parallèle aux précédentes, et qui en est probablement contemporaine.

Les montagnes du département de l'Aveyron, celles entre la Saône et la Loire, celles même de l'Écosse et de l'Irlande, depuis les îles Orcades et Shetland jusqu'aux granites de Wicklow et de Carlow, en présentent aussi qui sont exactement dans le même cas. Mais leur étude nous écarterait de notre objet actuel.

La symétrie des montagnes des deux bords du Rhin en fait un ensemble.

Nous pouvons d'autant mieux nous borner ici à considérer les dislocations des montagnes des deux rives du Rhin, que leurs résultats offrent une simplicité qui permet de les embrasser dans leur ensemble comme si elles formaient un tout complet, représenté dans le relief extérieur par la disposition symétrique qu'affectent les montagnes des deux rives du Rhin.

Points favorables pour juger cette symétrie. La Motte, près de Vesoul.

Cette symétrie ne se manifeste jamais si bien que lorsqu'on peut apercevoir à la fois l'un et l'autre groupe, en totalité, d'un point un peu éloigné vers le midi. J'ai déjà indiqué comment, des collines de la Haute-Saône, et particulièrement de la colline de la Motte, près de Vesoul, on voit le profil des Vosges, qui est très-bas et très-plat vers le Val-d'Ajol, se relever et se bosseler assez fortement plus à l'E. dans la région des ballons. Les montagnes de la Forêt-Noire présentent une disposition correspondante dans un sens diamétralement contraire : on peut en juger en choisissant, pour les examiner, un point situé par rapport à elles comme l'est la Motte de Vesoul par rapport aux Vosges.

L'Uetliberg.

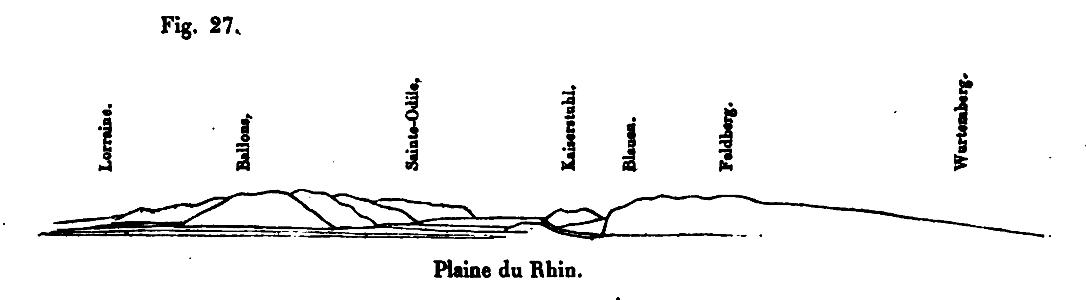
De la cime de l'Uetliberg, au midi de Zurich, on distingue à l'horizon la ligne monotone de la Forêt-Noire. Elle paraît bombée, mais très-peu festonnée; moins que les Vosges ne semblent l'être lorsqu'on les voit de la Franche-Comté. Cette ligne de la Forêt-Noire s'élève vers l'O. avec une extrême uniformité, à partir des plaines du Wurtemberg, auxquelles elle fait parfaitement continuité, ce qui rappelle le raccordement des Vosges avec les plateaux qui bordent le Val-d'Ajol, tel qu'on l'observe de la Motte de Vesoul. L'œil ne rencontre d'autre point d'arrêt, depuis le milieu de la Forêt-Noire jusque bien loin dans les plaines du Wurtemberg, que le rebord des Randen qu'on aperçoit de l'Uetliberg au N. 1° E.

Röthi-Fluhe.

Mais, pour voir à la fois, avec un égal développement, les Vosges et la Forêt-Noire, il faut monter, par un temps serein, sur une des hautes cimes du Jura, placées dans le prolongement méridional de la plaine du Rhin. Me

trouvant, le 28 juillet 1836, au lever du soleil, par un ciel sans nuages, sur la cime du Rōthi-Fluhe, au-dessus de Soleure, je détournai un instant mes regards du spectacle si attachant que m'offraient les Alpes et leurs magnifiques glaciers, pour considérer les lignes moins hardies de la partie septentrionale de l'horizon. Les Vosges présentaient alors les pentes abruptes de leur flanc S. E., par-dessus les crêtes successives du Jura et la plaine de Beffort, et je remarquais en même temps la terminaison escarpée qu'elles offrent en se prolongeant vers le N. le long de la plaine du Rhin. Je suivais de l'œil leur bord oriental jusqu'à la montagne de Sainte-Odile. Je distinguais aussi très-nettement le profil de la Forêt-Noire. L'horizon de la Souabe s'élevait doucement vers ce large massif, qui ne se découpait un tant soit peu que vers le Belchen, presque sur le bord de la plaine du Rhin. Le Feldberg se détachait à peine de la ligne générale. La chute rapide du Blauen vers la vallée du Rhin était très-sensible. Mes regards s'étendaient sur cette plaine unie, du milieu de laquelle je voyais surgir le petit groupe isolé du Kaisertuhl, semblable à une taupinière dans le fond d'un large fossé.

Fig. 27.



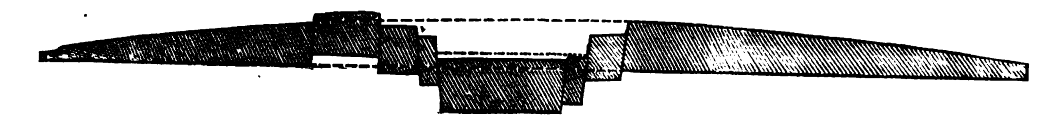
Les Vosges, la plaine du Rhin et la Forêt-Noire, vues de la cime du Rōthi-Fluhe.

Origine des deux groupes montagneux et de la plaine qui les sépare.

L'imagination se représentait aisément cette plaine, remplacée par des masses aussi élevées que les Vosges et la Forêt-Noire entre lesquelles elle s'étend, formant de ces deux groupes une seule proéminence légèrement bombée, dont la voûte extrêmement surbaissée s'inclinait légèrement, d'un côté vers la Lorraine, et de l'autre vers le Wurtemberg. Il semblait qu'il ne manquait que la clef de cette voûte, qui se serait un jour abîmée pour donner naissance à la plaine du Rhin, flanquée de part et d'autre par ses culées restées en place, de manière à former sur ses flancs deux escarpe-

ments ruineux en regard l'un de l'autre. C'est ce qu'exprime le diagramme ci-dessous, qui, en figurant un terrain bombé, fissuré, puis écroulé, me paraît indiquer l'origine la plus probable des failles, qui forment le caractère essentiel des montagnes du système du Rhin.

Fig. 28.



Soulèvement et écroulement combinés qui ont produit la plaine du Rhin.

Ce mode de formation aurait beaucoup de rapports avec celui que M. de Buch assigne, d'après les observations de M. Krug de Nidda, à la grande vallée, bordée de masses trachytiques, qui traverse l'Islande du N. E. au S. O.[1].

[1] Léopold de Buch, *Revue générale des phénomènes volcaniques, placée à la suite de la description physique des îles Canaries;* traduction française, page 352. (Paris, Levrault, 1836.)

CHAPITRE VI.

COLLINES LITTORALES DU DÉPARTEMENT DU VAR.

LES MAURES ET L'ESTEREL.

Le sol de la Provence se lie, en général, aux contrées montueuses du Dauphiné.

Le sol de la Provence se lie, en général, d'une manière très-intime, tant par sa composition que par les bouleversements dont il offre les traces, à celui des contrées montueuses du Dauphiné. Il peut être considéré comme le prolongement des Alpes et le terme de leur cours.

Petite région qui s'en distingue.

Il existe cependant, en Provence, une petite région sur laquelle les phénomènes géologiques qui caractérisent les Alpes n'ont qu'une influence secondaire, dont la composition est toute spéciale et qui possède une physionomie à elle. Cette région se compose des collines qui forment le littoral du département du Var, sur une longueur d'environ 30 lieues, entre Toulon et Antibes, et de celles qui se groupent derrière les premières jusque vers Grasse, Draguignan, Lorgues, Cuers, Soliès, entrecoupées en quelques endroits par de petites plaines et des vallées.

Collines littorales du département du Var.

Cette petite contrée, défendue du froid par l'abri des Alpes et par les vents tièdes de la Méditerranée, est la plus douce de toute la France par son climat : c'est la Provence par excellence, la terre de prédilection des plantes odorantes et des oliviers.

Configuration extérieure de leur sol.

Il est à regretter que ces cantons, si bien traités de nos jours par les éléments atmosphériques, n'aient pas été dotés par les phénomènes géologiques d'un sol fertile et facile à cultiver; mais ils sont malheureusement, surtout dans les parties élevées, aussi stériles que tempérés, et très-difficiles à faire sortir de l'état sauvage dans lequel ils se trouvent encore en grande partie. Ils ont beaucoup de rapports, dans la configuration extérieure de leur sol, avec le Bocage vendéen, décrit précédemment dans le troisième chapitre de cet ouvrage, page 182.

Vu de la mer, ce sol ondulé se distingue des côtes situées plus à l'O. et plus à l'E. par un aspect plus inégal, mais dessiné à moins grands traits. La ligne des rivages est sinueuse et dentelée; quelques masses, en tout

semblables à la terre ferme adjacente, s'en détachent pour former les îles d'Hyères. Vers le N., au cap Roux, la côte devient abrupte et escarpée. Elle présente des rochers découpés de la manière la plus âpre et la plus pittoresque.

Ces collines, entassées les unes à côté des autres, qui forment le littoral depuis Toulon jusqu'à Antibes, se groupent en deux masses distinctes, vers le milieu de chacune desquelles elles s'élèvent assez pour être considérées comme de véritables montagnes. Leur division en deux masses distinctes.

Ces deux masses sont séparées l'une de l'autre par la vallée large et plate que suit la rivière d'Argens pour se jeter dans la mer, et où se trouve la ville de Fréjus.

La plus méridionale de ces deux masses est connue sous le nom de *montagnes des Maures*, et l'autre sous le nom de *montagnes de l'Esterel*. Les *Maures* et l'*Esterel*.

Ces deux masses, dont la composition offre de notables différences, se distinguent, même de loin, par les formes de leurs contours.

Les montagnes des Maures sont généralement arrondies; on pourra en juger par le diagramme ci-dessous, qui représente les montagnes de la Garde-Frainet, situées au centre des Maures. Montagnes des Maures généralement arrondies.

Fig. 1.



Les montagnes de la Garde-Frainet, vues d'un point situé en mer à l'E. de Saint-Tropez.

Les montagnes de l'Esterel ont, dans leurs parties les plus saillantes, des contours abruptes et anfractueux dont le cap Roux offre un exemple remarquable; le diagramme ci-après en donnera une idée. Montagnes de l'Esterel plus anfractueuses.



Fig. 2.



Le cap Roux, vu des environs de Cannes.

Je dois ces dessins à la complaisance de MM. P. Monnier et Lebourguignon-Duperré, officiers au corps royal des ingénieurs-hydrographes.

Origine du nom des *Maures*.

Le premier des deux groupes montagneux qui nous occupent est nommé le *Pays des Maures*, parce que les Sarrasins l'ont habité pendant les dixième et onzième siècles. On y voit encore les débris des fortifications construites par eux sur les cimes de plusieurs montagnes. De là ils infestaient le pays et faisaient des incursions sur les voyageurs et dans les villages circonvoisins. Les brigands renommés de l'Esterel ont perpétué leurs traditions jusqu'au XVIIIe siècle.

La Garde-Frainet.

La petite ville de la Garde-Frainet, placée au centre des Maures, est bâtie au pied d'une montagne où les Sarrasins avaient établi un de leurs forts principaux. Le nom même de *la Garde* vient des sentinelles qu'ils posaient alentour [1].

Chaîne de la Sauvette.

La montagne de la Garde-Frainet, qui domine toutes les parties du massif situées au N. et à l'E., est le commencement d'une crête culminante qui court de l'E. N. E. à l'O. S. O. par une suite de sommités se liant ensemble dans l'espace de 5 ou 6 lieues, et comprenant la montagne de Notre-Dame-des-Anges près de Pignans, et celle de la Sauvette, au N. de Collobrières, la plus haute de tout le groupe (780 mètres au-dessus de la mer). Les sommités de cette petite chaîne sont presque nues et offrent un panorama très-étendu, qui embrasse la rade de Toulon et la mer adjacente.

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 290.

A leur pied, du côté du S., s'étendent d'autres montagnes qui rendent le terroir de ce canton inégal et de difficile accès : il en résulte de petites vallées fertiles arrosées par des ruisseaux qui ne tarissent guère que dans l'été.

Au S. de Collobrières, les montagnes conservent encore une assez grande élévation en se prolongeant vers Pierre-Feu et jusqu'à Hyères. Dans tout le reste du groupe des Maures, leur hauteur dépasse rarement 400 mètres. Celles qui bordent immédiatement la mer, et dont le pied est battu par les flots, sont, pour la plupart, taillées à pic et présentent des crêtes pelées.

Iles d'Hyères.

Tel est aussi l'aspect des îles Stœchades ou îles d'Hyères, qui s'élèvent à quelque distance en avant de la côte. La plus considérable est l'île de Porquerolles, qui a environ deux lieues de long sur trois quarts de lieue de large. Sa partie méridionale, qui est la plus proéminente, est coupée abruptement dans toute sa longueur. La partie septentrionale, qui regarde la rade d'Hyères, est formée par de petites collines en pente douce. Dans l'île de Portcros, le côté de la pleine mer est également taillé à pic. L'île du Levant est la moins élevée et la plus stérile[1].

Végétation des collines littorales.

Les collines littorales dont nous venons d'esquisser la forme constituent, sous le rapport de la végétation qui les couvre, une région toute spéciale. L'influence d'un climat privilégié, combinée avec celle d'un sol différent de celui des contrées calcaires qui l'entourent, s'y révèle, pour ainsi dire, à l'aspect de chaque arbre et de chaque buisson. Le pin d'Alep, le chêne vert et le chêne-liége, de grandes bruyères presque arborescentes, l'arbousier toujours vert, image d'un printemps perpétuel, toujours orné à la fois de ses jolis fruits rouges et de ses fleurs blanches, y sont les formes les plus répandues et les plus caractéristiques.

Près des côtes, sur la plage historique de Cannes et sur quelques autres, des groupes de pins en parasol rappellent les beaux sites de l'Italie. Au bord d'anses plus favorisées encore, ouvertes aux seules brises du midi, à Cagnes, à Sainte-Maxime, à Bormes, à Hyères, l'oranger, le citronnier, le grenadier, le cactus, l'aloès et même le dattier, déploient leurs formes méridionales, et décèlent le rivage de la mer qui baigne la Corse et l'Algérie.

Elle frappa Saussure.

On peut lire, dans les *Voyages* de Saussure, combien il fut frappé de cette végétation nouvelle pour lui, quand il la vit dans toute sa beauté printanière,

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 266.

en parcourant la Provence au mois d'avril 1787, lorsqu'il se préparait à l'ascension du Mont-Blanc.

Le terrain inégal et inculte qu'on trouve à l'O. d'Antibes, sur la route de Cannes, est parsemé, dit-il, de pins d'Alep, sous lesquels croissent des arbousiers, des myrtes, des romarins, et une quantité de bruyères aussi jolies que variées[1].

Près de Saint-Raphaël, à l'embouchure de l'Argens, le pied méridional des montagnes du cap Roux est couvert de lauriers-roses.

Cap Roux.

Au cap Roux, les arbousiers, les chênes-ilex, les cistes, le laurier-tin, la tulipe sauvage, excitèrent l'attention de Saussure presque à l'égal des rochers de porphyre, qui étaient le but de son excursion. De l'Agay (près Fréjus) à l'ermitage de la Sainte-Beaume (voisin du cap Roux), on monte, dit Saussure, par des bois de pins, d'arbousiers, de chênes verts et de bruyères, dans de parfaites solitudes[2].

Forêt de l'Esterel.

Ces solitudes, où Saussure se complaisait à si juste titre, n'ont pas toujours été paisibles, puisque la forêt de l'Esterel a été autrefois un repaire de brigands; mais le progrès de la civilisation est venu à leur secours, en les débarrassant de ces hôtes incommodes, et le percement d'une belle route n'a rien fait perdre à l'Esterel de son aspect pittoresque, qu'il doit, en grande partie, aux beaux rochers dont nous avons déjà parlé, et à ses profondes vallées ombragées de pins d'Alep, de chênes-liéges et de châtaigniers.

Le massif de l'Esterel, qui court de l'E. à l'O., s'abaisse au midi vers la vallée de l'Argens, qui le sépare des montagnes des Maures. Ses pentes qui, vers son extrémité occidentale, sont très-douces et très-étendues, présentent, vers le Puget, de grands espaces incultes, semés de petits bois de pins, de chênes, de bruyères, de genêts épineux, etc. La vallée de l'Argens, au-dessous du Puget, est occupée par un terrain d'alluvion très-fertile, mais très-bas, et, par suite, peu salubre. Au midi de cette vallée, s'élève le village de Roquebrune, bâti sur une hauteur. Son élévation le met à l'abri des maladies causées par les vapeurs des eaux stagnantes qui font des ravages dans la plaine[3]. Plus à l'O., le flanc méridional de la vallée est formé par la masse dentelée des montagnes de Roquebrune, remarquable

Vallée de l'Argens.

[1] Saussure, *Voyages*, § 1430.

[2] *Id.*, *ibid.*, § 1453.

[3] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence* tom. III, pag. 309.

par ses rochers découpés en prismes grossiers et par les grottes qui y sont creusées.

Au midi des rochers de Roquebrune, s'étend le massif monotone des montagnes des Maures, dont les croupes arrondies sont le plus généralement couvertes de bois de pins, de chênes communs, de chênes verts, de chênes-liéges, de cistes et de bruyères de trois espèces différentes. Des sangliers et quelques chevreuils bravent encore le fusil du chasseur dans les cantons les moins fréquentés. Les pins sont quelquefois exploités pour en retirer de la résine. Les cistes blancs sont ici moins fréquents que dans la bande calcaire qui entoure le massif des Maures et de l'Esterel. Les arbousiers, la lavande-stœchas, y sont abondants. Le lentisque, le myrte, le cytise, sont répandus de tous côtés. Quantité de vallons arrosés par des torrents, des coteaux plantés de vignes et d'oliviers, diversifient l'aspect de la contrée. Des bastides entourées de cultures répandues au milieu de cantons sauvages y présentent l'aspect le plus agréable. Massif des Maures.

Les montagnes de la Garde-Frainet, et celles de la Sauvette et de Pignans qui dominent tout le reste du massif des Maures, ont leur base couverte de châtaigniers, surtout du côté du N. Cet arbre, qui aime l'humidité, réussit à merveille dans les vallées, à la base des coteaux schisteux, dans le fonds léger et sablonneux de presque tout le terroir de la Garde-Frainet, ainsi que dans le bassin entouré de montagnes où se trouve le village de Collobrières, au pied méridional de la Sauvette; il s'élève souvent assez haut sur les pentes, et forme quelquefois des forêts épaisses. Il y en a deux espèces : le sauvage, nommé proprement châtaignier, et celui que l'on cultive et que l'on greffe, appelé marronnier[1]. C'est dans les vallées étroites, où la fraîcheur se soutient davantage, principalement le long des coteaux exposés au N., qu'il prospère le plus. Les marrons sont une des productions les plus profitables au pays, où l'on en fait un commerce considérable. Ce sont les marrons de la Garde-Frainet qui se répandent dans la Provence sous le nom de marrons du Luc, et qui sont connus dans une grande partie de la France sous le nom de marrons de Lyon[2]. Les coteaux, d'une élévation moyenne, plantés de vignes et d'oliviers, donnent assez de vin, d'huile et de blé, pour la consommation des habitants[3]. Montagnes de la Garde-Frainet; châtaigniers.

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 295.

[2] *Id., ibid.*, tom. III, pag. 292.

[3] *Id., ibid.*, tom. III, pag. 261.

Au midi des montagnes de la Sauvette et de la Garde-Frainet, le bassin de Collobrières se rattache, vers l'E., à la vallée de la Verne, dans laquelle on trouve les mêmes châtaigniers, ainsi que des chênes verts et des chênes-liéges associés à beaucoup de pins. Cette vallée passe au midi des montagnes de la Garde-Frainet pour aller finir au golfe de Grimaud, au N. duquel le massif des montagnes des Maures va se terminer au bord de la mer par les montagnes de Sainte-Maxime.

Golfe de Grimaud.

Ces montagnes se joignent, d'un côté, à celles du Plan-de-la-Tour, du Revest et de Roquebrune, et, de l'autre, à celles de Grimaud. Les coteaux y sont graveleux et secs de leur nature; on ne les met en valeur que de temps à autre : on fait pour cela des abatis de pins et de cistes, que l'on brûle sur le sol pour semer tout de suite après les premières pluies de l'automne [1].

Au midi du golfe de Grimaud, les petits coteaux qui coupent le territoire de Ramatuelle et celui de Gassin, et qui se prolongent jusqu'au cap Camarat, sont couverts de petits pins, qui font un des objets du commerce du pays. On en exporte le bois à Marseille pour le chauffage.

Le golfe de Grimaud, qui s'ouvre vers la pleine mer entre Sainte-Maxime et Saint-Tropez, n'est que l'extrémité sous-marine d'un large bassin demi-elliptique, qui entame le massif des Maures en s'étendant jusqu'à peu de distance de la Garde-Frainet, et qui a environ 4 ou 5 lieues de long et autant de large.

Bassin de Grimaud.

Ce canton circonscrit, compris en entier dans le massif des Maures, est, pour ainsi dire, à lui seul, un petit pays complet, ayant ses montagnes primitives, ses masses plutoniques de serpentine, ses buttes volcaniques, son fleuve, sa plaine d'alluvion. Outre la petite ville de Saint-Tropez, sept ou huit villages et quelques hameaux s'y élèvent, tels que le village de Grimaud, bâti sur un coteau exposé au midi, défendu des vents du N. par des montagnes qui vont se lier, à l'O., avec celles de la Garde-Frainet; celui de Cogolen, situé au pied méridional d'un coteau presque isolé; celui de Gassin, bâti sur une montagne d'où l'on découvre une grande étendue de mer, le golfe de Grimaud, et la rade de Cavalaire qui s'ouvre au midi.

Il jouit d'un climat privilégié.

Séparé du reste de la Provence par les Maures, le bassin de Grimaud jouit d'un climat privilégié. C'est, pour ainsi dire, la Provence de la Pro-

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 289.

vence; et les Arabes qui, dans les xe et xie siècles, ont occupé ce canton, ont pu s'y croire en Afrique. De beaux palmiers s'élèvent dans le village de Sainte-Maxime, sur le bord même de la mer. Sur le territoire de Gassin, qui est très-fertile quoique inégal, et divisé par de petits coteaux plantés de pins, on trouve des palmiers qui donnent (quelquefois?) des dattes bonnes à manger, ainsi que des orangers, des citronniers de Valence, des poncires (ou *cédrats*), etc.[1]. Les lauriers-roses y sont répandus en abondance sur le bord des ruisseaux.

Dans quelques autres localités, dans quelques bassins, à la vérité encore plus restreints, mais aussi encore plus abrités et tournés plus directement au midi que celui de Grimaud, la végétation prend, d'une manière plus marquée encore, le caractère méridional.

Environs de Bormes.

Les montagnes des environs de Bormes sont garnies de bois de pins, comme celles qui entourent le golfe de Grimaud; mais les pentes bien exposées qui environnent cette petite ville sont très-fertiles. Son territoire est couvert de vignes, d'oliviers et d'arbres fruitiers; ses jardins sont plantés d'orangers en pleine terre. On y remarque, au quartier Saint-Clair, des poncires ou cédrats qui acquièrent un volume extraordinaire. On y voit aussi de beaux palmiers.

Des coteaux sur les pentes desquels est assise la ville de Bormes, à l'ombre de ses palmiers, l'œil s'égare avec délices sur les eaux bleues de la Méditerranée, et, revenant en arrière, il se promène et se repose sur cette vaste et belle rade d'Hyères qui, entourée de ses îles comme d'un rang de cyclades, rappelle à l'imagination les golfes riants de la mer Égée, d'où quelques colonies grecques apportèrent autrefois en Provence les premiers germes de la civilisation.

Bassin d'Hyères, le mieux abrité de tous.

Mais le plus célèbre, et le plus digne de l'être parmi ces abris privilégiés que présente sur son flanc S. E. le rempart de roches cristallines des côtes de la Provence, c'est le bassin d'Hyères, où tant de personnes, dont la vie a été compromise par la rigueur de nos hivers septentrionaux, vont chercher la santé et la retrouvent quelquefois. Hyères est préservé des vents du N. E. par tout le massif des montagnes des Maures, et de l'influence trop directe de la mer par la montagne des Oiseaux, située au S. O. C'est une espèce de

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 273.

serre naturelle. Ses beaux jardins d'orangers et de citronniers, semés de quelques palmiers, rappellent les environs de Syracuse ou les rivages de Majorque plus que les côtes de la France.

Ce site privilégié n'a que peu d'étendue, et on commet une grande erreur lorsqu'on répète que c'est aux îles d'Hyères qu'on trouve le doux climat qui répare les injures du Nord. Quoique situées à quelques lieues plus au S., les îles d'Hyères ne sont pas abritées comme Hyères même. Le vent du N. E. et l'influence de la mer y reprennent leur empire, et les pins leur prépondérance. L'humidité de l'air y favorise, sans doute, la croissance des lichens, qui y sont très-abondants sur tous les rochers. Dans les parties où les pins sont clair-semés, de nombreuses plantes aromatiques, telles que la lavande, se mêlent à la bruyère comme sur les coupes les moins abritées des collines des Maures.

Iles d'Hyères.

Comment es montagnes des Maures sont circonscrites.

La région montueuse et découpée dont nous venons d'esquisser le tableau est assez nettement circonscrite. Les montagnes des Maures sont complétement séparées de tout le reste du département du Var par la longue dépression que suit la route de Toulon à Fréjus, dépression qui vient se confondre, un peu au N. E. de Pignans, avec la vallée de l'Argens. Vers le N., les montagnes de l'Esterel se détachent également des montagnes alpines, au pied desquelles elles se déploient.

Leur aspect des premiers gradins des Alpes.

Placé sur le bord des plateaux calcaires qui s'étendent au N. de Draguignan et de Grasse, et qui forment la première terrasse du grand massif alpin, on voit se déployer devant soi, et, pour ainsi dire, à ses pieds, les montagnes de l'Esterel et des Maures. Par-dessus leurs cimes les plus saillantes, on aperçoit encore la Méditerranée, sur laquelle se dessinent les dentelures de leurs promontoires. Ces montagnes, dont quelques-unes, par leurs rochers escarpés, ont de près quelque chose d'imposant, ne paraissent, de ces lieux élevés, que comme d'humbles collines assez confusément groupées et couvertes d'une vaste forêt interrompue çà et là par quelques oasis de culture.

Leur composition.

Les montagnes des Maures et de l'Esterel, malgré leur peu d'étendue, qui n'est que de 30 lieues, depuis les îlots des Embies, au S. O. de Toulon, jusqu'au fort Carré, près d'Antibes, forment un petit système dans lequel les termes les plus éloignés de la série géologique ont leurs représentants, de sorte que, dans leur description, quelque abrégée qu'elle puisse être, il nous faudra passer en revue une grande partie du cadre de la géologie.

Ces montagnes ont pour éléments principaux des roches cristallines anciennes, les unes stratifiées et les autres non stratifiées; des schistes, des gneiss et des granites. Ces roches cristallines, qui forment la masse principale, ont servi de base à de petits dépôts de terrain houiller. Elles ont été percées plus tard par des éruptions de porphyres quartzifères, qui constituent les cimes de l'Esterel et plusieurs autres. Les matières incohérentes produites par les éruptions des porphyres ont fourni une partie des éléments du grès bigarré qui entoure, en zone continue, le penchant N. O. des montagnes littorales depuis les environs de Toulon jusqu'aux environs d'Antibes, et qui pénètre même çà et là dans leur intérieur.

Le muschelkalk, qui recouvre immédiatement le grès bigarré, forme une seconde zone qui limite la première au N. O., et qui est encore en rapport direct avec la disposition des montagnes littorales. Celles-ci, à des époques plus ou moins récentes, ont été percées par des éruptions de serpentines, de mélaphyres et de basaltes. Elles sont, en outre, traversées par de nombreux filons métalliques.

Roches cristallines qui en forment la base.

Les roches cristallines qui sont la base des montagnes des Maures se divisent, ainsi que nous l'avons déjà dit, en deux classes : les roches cristallines stratifiées, et les roches cristallines non stratifiées. On les a toutes figurées en masse, sur la carte géologique, par une simple teinte de carmin désignée par la lettre (γ), à cause de la difficulté de représenter les contours compliqués de leurs diverses masses, dont quelques-unes sont très-peu étendues. Les roches cristallines stratifiées occupent plus d'espace que les autres. Elles ne sont pas partout également cristallines. En marchant de Toulon vers Antibes, c'est-à-dire à peu près suivant la direction de leurs couches, on voit la cristallinité se prononcer de plus en plus. Ces roches cristallines stratifiées forment un système analogue à celui que nous avons déjà signalé dans les Vosges. (Voyez ci-dessus, chapitre V, pages 309 et suivantes.) Elles semblent avoir pour étoffe première un grand dépôt de schistes et de grauwackes à grains fins, contenant des assises calcaires et des dépôts charbonneux.

Schistes des environs de Toulon.

La cristallinité paraît s'y être développée après coup, par voie de métamorphisme, mais d'une manière inégale, suivant les localités. C'est aux environs de Toulon et d'Hyères que la cristallinité a fait le moins de progrès, et que les schistes sont le moins éloignés de leur état primitif. Ils ont alors



la plus grande ressemblance avec le *killas* du Cornouailles et avec les schistes qui font partie des protubérances primitives, situées sur la rive gauche du Rhône, entre Givors et Vienne en Dauphiné.

Lorsque j'ai visité cette contrée pour la première fois, avec mon collègue M. H. Fournel, en 1822, nous avons été plus frappés encore de la ressemblance de ces schistes avec ceux qui forment l'écorce des protubérances primitives sur lesquelles reposent les premières assises jurassiques dans les montagnes de l'Oisans. Ce sont des schistes verdâtres d'un éclat satiné, souvent plissés à très-petits plis parallèles, presque linéaires, quelquefois parsemés de veines irrégulièrement tuberculeuses de quartz blanc.

A l'O. et au S. de la rade de Toulon, ces schistes constituent la colline de Six-Fours, le cap Sicié, et les îlots des Embies et des Deux-Frères, qui le flanquent à l'O. et à l'E. Sur les bords mêmes de la rade, on trouve le stéaschiste verdâtre près de la grosse Tour.

Des roches peu différentes de celles de Six-Fours, du cap Sicié et de la grosse Tour, constituent les îles d'Hyères et la presqu'île de Giens, qui, n'étant liée à la terre ferme que par des levées de sable et de galets accumulées récemment par la mer, peut être considérée elle-même comme une île. Ces proéminences isolées ont toutes absolument le même aspect, et sont évidemment formées des mêmes roches. Dans celle de Giens, les couches schisteuses sont verticales et dirigées de l'E. N. E. à l'O. S. O.; elles sont remarquables par l'éclat et les plissements très-fins des surfaces micacées de leurs feuillets, souvent aussi par les veines quartzeuses très-fines qui occupent le centre des feuillets, ou par les veines plus grosses qui leur impriment des contournements irréguliers. Ces roches, et leurs divers accidents, avaient fixé l'attention de Saussure. « En commençant à monter vers le château de « Giens, on trouve d'abord, dit-il, des roches micacées jaunâtres, dures, « abondantes en quartz, dont les couches plongent au N. Ces couches sont « coupées par des fentes verticales (que beaucoup de géologues nomment « aujourd'hui *joints*), souvent parallèles entre elles et courant de l'E. à l'O. « Vers le haut de la colline, sous le château de Giens, ces couches sont verticales. On observe dans cette roche des sutures, des nœuds et des couches « interrompues de quartz, ici blanc, là jaunâtre, ailleurs paraissant tendre « à la nature du jaspe [1]. »

Presqu'île de Giens.

[1] Saussure, *Voyages*, § 1470

Ces veines quartzeuses acquièrent quelquefois de très-grandes dimensions.

« Au N. de la presqu'île de Giens, près du port de la Madrague, on observe, d'après Saussure, dans un champ, un rocher isolé de 20 à 25 pieds de hauteur. Ce rocher est de quartz, mais d'une espèce douteuse. Sa surface extérieure est jaunâtre, un peu lisse et douce au toucher, mais pourtant moins que celle du quartz proprement dit. Il se casse en fragments souvent rhomboïdaux, et cette forme est déterminée par des fentes remplies de points ferrugineux qui, en se décomposant, colorent en rouge les parois de ces fentes. La cassure vraie de la pierre présente un grain fin, blanc, scintillant, et d'assez grosses écailles. On y remarque, par place, des veines minces et irrégulières de mica jaunâtre et brillant. Rocher quartzeux isolé sur le flanc N. de la presqu'île de Giens.

« Ce mica paraît prouver que ce quartz a été formé dans la roche micacée, et que sa dureté l'a fait survivre à la destruction de cette roche. »

Ce que les schistes de la presqu'île de Giens ont peut-être de plus remarquable, c'est la présence de couches calcaires qui y sont intercalées: elles se trouvent près de la pointe occidentale, où les roches du système schisteux qui nous occupent ont quelque chose de moins cristallin, de plus arénacé, et une teinte plus grisâtre, que dans les autres parties, et se réduisent même, en quelques endroits, à des quartzites schistoïdes blanchâtres ou gris. Saussure a observé les couches calcaires en faisant en bateau le tour de la pointe occidentale de la presqu'île. Voici en quels termes il les décrit : Quartzites et calcaires subordonnés aux schistes de la presqu'île de Giens.

« Embarqué à la Madrague, je fis voguer à l'O. pour faire le tour de la presqu'île. Les premières côtes que je vis en suivant cette direction présentent des rocs peu élevés, dont les couches sont diversement inclinées, tortueuses, de schistes qui paraissent argileux, les uns dans un état de décomposition, les autres solides.

« A vingt-quatre minutes de la Madrague, nous doublâmes un cap, et, en tournant au midi, nous passâmes sous un roc élevé nommé *la Bouche*. On voyait là plusieurs grottes creusées par les vagues dans un schiste gris, dont les couches paraissent horizontales. A douze minutes de là, nous doublâmes le cap *Scampebarjou*, composé de pierres calcaires compactes, bleuâtres, en couches minces, coupées par des veines de spath blanc. Huit minutes plus loin, nous doublâmes la pointe du Pignet, composée de rocs de la même nature, dont les couches sont relevées à l'O. Il y a, au levant

« de la pointe, un petit port creusé par la nature, entre des rochers qui sont « séparés par un vide de deux ou trois toises. Les rochers au levant sont « d'un schiste argileux noir ou ardoise compacte non effervescente, gercée « en divers endroits par la décomposition des pyrites qu'elle renferme. Les « couches de ce schiste sont tourmentées et mêlées de quartz.

« Les rochers à l'O. sont de pierre calcaire grenue, d'un gris bleuâtre, « d'un grain médiocrement grossier et assez brillant, avec des veines de « spath calcaire blanc mélangé de quartz. Ces veines sont inégalement « épaisses, mais toutes parallèles aux couches de la pierre; celles-ci sont « tourmentées comme celles du schiste argileux[1]. »

Analogie avec les schistes des Ardennes et des Vosges.

Les assises de calcaires et de quartzites intercalés dans les schistes de la presqu'île de Giens rappellent naturellement les schistes qui contiennent simultanément des couches subordonnées de ces deux natures, dans les Ardennes et dans les Vosges. (Voyez ci-dessus, chapitre IV, p. 254, et chapitre V, p. 321.)

Les îles du Grand-Ribaud et du Petit-Langoustier, situées entre la presqu'île de Giens et l'île de Porquerolles, présentent des côtes escarpées, composées de schistes semblables à ceux de la presqu'île de Giens. Les couches du rocher de l'île du Grand-Ribaud sont toujours dirigées de l'E. à l'O.[2].

Schistes de l'île de Porquerolles.

« Le fort du Grand-Langoustier, dans l'île de Porquerolles, est bâti, « dit Saussure, sur des schistes argileux semblables à des ardoises, les « uns gris, les autres noirs, tendres, mêlés de rognons et de feuillets de « quartz. Leurs couches sont verticales et courent du N. N. O. au S. S. E.

« La direction générale de la côte est au S. E. Je trouvai là des roches « schisteuses, dont les feuillets, bien parallèles entre eux, n'ont pas plus « d'un quart de ligne d'épaisseur. Ces feuillets sont alternativement blancs « et gris; ce qui donne à cette pierre, vue sur la tranche, l'œil d'une « étoffe rayée très-fine. La partie grise est un mica très-brillant, disposé « par couches, dont la surface est sillonnée de stries très-fines, parallèles « entre elles, et dont la direction est la même dans toutes les couches. « La partie blanche est un quartz arénacé très-fin. Sur le bord escarpé et « dentelé de la mer, on voit partout des schistes qui souvent tombent

[1] Saussure, *Voyages*, § 1471.

[2] *Id.*, *ibid.*, § 1473.

« en décomposition. Leurs couches sont, ou verticales, ou très-inclinées « au N., et la direction de leurs plans est constamment de l'E. à l'O. Ceux « du fort sont les seuls d'une certaine étendue que j'aie vus autrement « dirigés [1]. »

Minéraux disséminés.

Les schistes des îles d'Hyères présentent, en quelques points, beaucoup de minéraux cristallisés, tels que diverses variétés de quartz : du talc, de l'asbeste, du disthène, de l'andalousite, des tourmalines, des grenats, du titane oxydé.

Schistes de la chapelle de Saint-Jean.

Sur la côte orientale de la grande rade de Toulon, entre le cap de la Garonne et le château Badlet, on trouve un schiste argileux analogue à celui de la grosse Tour. Il se prolonge jusqu'à la chapelle de Saint-Jean, à deux kilomètres au S. O. d'Hyères.

Saussure observa, avec un soin trop rarement imité, des couches de ce schiste, qu'il vit affleurer dans un fossé, près de la chapelle.

Remarques de Saussure sur leur composition.

« La surface extérieure de ce schiste, considérée dans le plan des feuillets, « est, dit Saussure, d'un jaune qui tire sur le brun; elle est sillonnée de « stries longitudinales, qui lui donnent l'apparence d'une planche de bois de « chêne parsemée de quelques nœuds, les uns plus bruns que le reste de « la surface, les autres blancs. En l'observant de près, on y distingue un « grand nombre de petites lames brillantes de mica blanc; le reste n'a aucun « éclat, mais n'a cependant pas l'aspect terreux. Considérée sur les tranches « des feuillets, la surface extérieure présente des raies de différentes cou- « leurs, blanches, grises, rousses, épaisses d'une ligne. Leur grain est assez « fin et comme sableux; mais la cassure fraîche ne présente point de raies : « elle est grise et uniforme. En l'observant à la loupe, on y distingue de « très-petits grains, les uns gris, les autres blancs, sans éclat, et d'autres « brillants et micacés. Cette pierre est tendre et se raye en gris; elle ne « donne point d'étincelles contre l'acier, à moins qu'on ne frappe les pe- « tits nœuds blancs quartzeux qu'elle renferme, car les nœuds bruns sont « tendres et se rayent en brun rougeâtre. La pierre exhale une forte odeur « d'argile.

« Au chalumeau, les grains gris, de même que les nœuds bruns, se « changent en une scorie noire fortement attirable à l'aimant; les grains

[1] Saussure, *Voyages*, § 1474.

« blancs ne se fondent point. La pierre crue n'agit point sur l'aiguille « aimantée.

« Ce schiste est donc composé d'argile ferrugineuse, de mica et de « quartz. Il paraît que ses feuillets sont inégalement chargés de grains de « quartz, et que la pluie, entraînant une partie de la terre argileuse dis- « persée entre ces grains, fait disparaître ces feuillets plus ou moins blancs, « suivant qu'ils sont plus ou moins quartzeux. C'est là l'origine des raies « que l'on voit sur les tranches qui ont été exposées aux injures de l'air[1]... »

« A la chapelle même de Saint-Jean, on trouve, dit plus haut Saussure, « de grands blocs, les uns adhérents au sol, les autres libres, dont la sur- « face extérieure est, en général, d'un noir qui tire sur le bleu, mais dans « lesquels on voit aussi des veines et des taches blanches ou rousses. Ses « fragments naturels semblent affecter une forme rhomboïdale dans la « cassure; elle est d'un gris bleuâtre foncé et presque mat, à petites « écailles; son grain est médiocrement fin et parsemé de points brillants, « que l'on serait tenté de prendre pour du mica, mais qui sont réellement « des grains de quartz blanc, qui se détachent du fond noir : et, en effet, les « raies blanches de la pierre, qui sont aussi de quartz, sont en entier com- « posés de ces grains brillants.

« Dans la plupart des morceaux de cette pierre, sa cassure semble com- « pacte et uniforme; dans d'autres, elle est obscurément feuilletée.

« Ces feuillets sont difficiles à apercevoir; ils sont inséparables, plans et « parallèles aux couches du rocher. Cette pierre est dure, donne beaucoup « d'étincelles; mais pourtant une pointe d'acier trempé la raye un peu en « gris blanchâtre. Sa densité paraît à peu près la même que celle du « quartz. Au chalumeau, elle blanchit, mais sans se fondre, même aux « angles les plus vifs.

« Les couches de cette pierre sont souvent très-minces; on en voit qui « n'ont qu'une ligne, mais on en voit aussi qui ont plus d'un pied. La « surface de ces couches est souvent comme vernissée d'une couche ex- « trêmement mince d'un mica gris noirâtre et brillant; mais, à l'air, ce « vernis se détruit, et le quartz paraît pur. On ne voit ce mica que sur « les surfaces des couches qui n'ont pas été exposées à l'air.

[1] Saussure, *Voyages*, § 1482.

« Cette roche contient, comme je l'ai dit, des veines et des sutures de « quartz blanc, grenu, et l'on en trouve même des couches entières d'une « épaisseur considérable.

« La situation des couches varie. Près de la chapelle, les rochers qui « adhèrent au sol ont leurs couches à peu près horizontales; mais, dans « les parties les plus orientales de la colline, on les voit se relever contre « le N. sous un angle de 40 à 50 degrés. Elles sont coupées par des fentes « à peu près perpendiculaires à leurs plans, assez parallèles entre elles et « courant du N. N. O. au S. S. E.[1]. »

Cette description de deux des variétés les plus remarquables des schistes des environs d'Hyères, et celle rapportée plus haut d'un schiste de l'île de Porquerolles, rappellent naturellement les observations faites, à peu près à la même époque, par plusieurs géologues écossais, sur les schistes de leur pays.

Remarques analogues de Playfair sur certains schistes de l'Écosse.

« Dans les schistes micacés et talqueux eux-mêmes, on trouve souvent, « dit Playfair, des strates minces de sable interposés entre les lames de « mica ou de talc. Je possède un échantillon d'une des plus hautes mon- « tagnes des Grampians, où des plaques minces d'une substance talqueuse « ou asbesteuse sont séparées par des couches d'un sable quartzeux très-fin, « faiblement consolidées. La montagne de laquelle cet échantillon a été ap- « porté se compose de couches verticales, coupées par un grand nombre de « filons de quartz. Dans ce cas, il est impossible de douter que les plaques « minces de l'une des substances et les petits grains de l'autre n'aient été « déposés ensemble au fond de la mer[2]..... »

Ces remarques ont fini par conduire à l'idée du *métamorphisme*.

Ces observations, poursuivies depuis, sans relâche, par les géologues de l'école écossaise, et développées avec autant de persévérance que de sagacité par le docteur Mac-Culloch, ont conduit finalement à la théorie qui a été exprimée de nos jours par le mot de *métamorphisme*. Ce mot est moderne, mais l'idée existe depuis longtemps dans les esprits clairvoyants, et de nouvelles preuves de son exactitude seront encore données dans la suite de ce chapitre.

La plupart des petites montagnes qui entourent immédiatement le char-

[1] Saussure, *Voyages*, § 1483.
[2] Playfair's *Illustrations of the huttonian theory*, pag. 166, 1802.

mant bassin d'Hyères sont formées par des schistes analogues à ceux qui ont été décrits ci-dessus.

Schistes de la colline au N. d'Hyères.

« Les mêmes quartz schisteux et noirâtres qui composent la cime de la « colline de Saint-Jean composent aussi, dit Saussure, la cime de la col- « line située au-dessus de la ville d'Hyères, du côté du N. On y trouve « aussi d'autres rocs noirs remplis de mica et d'amphibole hornblende. « Cette hornblende a tous les caractères de son genre : elle est noire, lui- « sante, lamelleuse, striée, d'un œil un peu gras ; elle se raye en gris et se « fond au chalumeau en un émail noir et luisant, attirable à l'aimant, « tandis que la pierre crue ne l'est pas.

« La situation des couches des rochers de cette colline n'est pas partout « bien prononcée. C'est à l'extrémité orientale de sa cime qu'elle est le plus « régulière. Là les couches courent de l'E. N. E. à l'O. S. O., en se rele- « vant vers le midi : leur direction est donc à peu près la même que sur la « colline de Saint-Jean, mais elles se relèvent du côté opposé.

« En descendant cette même colline du côté de l'E., je trouvai, vers le « haut de la ville, des couches d'un schiste assez ressemblant à celui de « Saint-Jean, mais plus gris, plus argileux, plus tendre, et se réduisant « presque en terre. Ce schiste est superposé à des ardoises noires luisantes[1]. »

Schistes, grauwackes, quartzites entre Hyères et la Roquette.

Au N. d'Hyères, sur le chemin d'Hyères à la Roquette, on marche sur diverses variétés de roches schisteuses qui contiennent quelquefois des veines irrégulières de quartz. On y remarque des grauwackes schisteuses, tendres, d'un gris verdâtre, passant à un schiste argileux, parsemé de paillettes de mica. On y trouve aussi les quartzites grisâtres micacés analogues à ceux de la presqu'île de Giens, parsemés de paillettes de mica. Enfin on y observe un micaschiste blanchâtre à feuillets contournés, formés de veines de quartz grenu, séparés par des surfaces micacées.

Passage au gneiss.

Ces roches schisteuses passent même quelquefois au gneiss.

Elles plongent, en général, du côté de l'O., c'est-à-dire vers l'extérieur de la masse montueuse.

Schistes entre Collobrières et Bormes.

Le terrain, très-accidenté et coupé de profonds vallons, qui s'étend de Collobrières à Bormes, est généralement formé de stéaschiste verdâtre, analogue au killas du Cornouailles, et quelquefois de micaschiste. Ces

[1] Saussure, *Voyages*, § 1484.

schistes sont coupés, en quelques points, par des filons de quartz. Leur direction oscille autour du N. E.

Micaschistes et gneiss des environs de Bormes.

En montant à Bormes, on voit les schistes passer au gneiss.

De Bormes à la Molle et de la Molle à Saint-Tropez, on marche constamment sur du gneiss, dont la direction oscille généralement autour du N. E.

De la presqu'île de Saint-Tropez.

La citadelle de Saint-Tropez est bâtie sur le gneiss, et toute la presqu'île de Saint-Tropez, comprise entre le golfe de Grimaud et la rade de Cavalaire, est composée de gneiss et de micaschiste qui passent fréquemment l'un à l'autre, et qui, l'un et l'autre, se chargent quelquefois d'amphibole. A l'exception de la masse de serpentine des Quarrades, sur laquelle nous reviendrons plus loin, ces roches schisteuses constituent les nombreux coteaux qui entrecoupent le territoire de Gassin et de Ramatuelle. Les directions de leurs couches sont très-variables, ainsi qu'on le verra dans le tableau général des directions placé plus bas.

A l'extrémité de la presqu'île, près de Saint-Tropez, la staurotide se rencontre dans des micaschistes. On trouve aussi, dans les schistes de ce canton, du disthène et du titane oxydé[1].

Des bords du golfe de Grimaud.

Le fond du golfe de Grimaud est généralement formé, comme la presqu'île de Saint-Tropez, de gneiss passant quelquefois au micaschiste, et traversé çà et là par des masses granitoïdes.

La colline de Cogolen est principalement composée de gneiss couronné par un champignon basaltique.

Filons quartzeux et granitiques.

Les collines qui bordent la côte N. O. du golfe, aux environs de Sainte-Maxime, sont composées de gneiss. Près de Marine, une demi-lieue au N. E. de Sainte-Maxime, on trouve dans le gneiss des filons de quartz d'un gris bleuâtre.

A environ trois quarts de lieue au N. E. de Sainte-Maxime, on voit dans le gneiss des filons de granite à feldspath rose et à grandes plaques de mica blanchâtre, avec tourmaline, etc.

L'église de Grimaud est bâtie sur une proéminence de roches granitoïdes entourées de roches schisteuses.

Le gneiss du golfe de Grimaud présente souvent des couches imparfai-

[1] Pontier, *Journal des mines*, t. XI, p. 100.

tement cristallines et mélangées de matières charbonneuses, qui décèlent son origine métamorphique. A Guignier, sur le chemin de Cogolen aux Quarrades, le gneiss contient des veinules charbonneuses. M. Pontier a observé depuis longtemps des veines de graphite dans le gneiss de ce canton [1].

Veines charbonneuses dans le gneiss.

Mais le point le plus remarquable sous ce rapport est situé sur la route de Cogolen à la Garde-Frainet.

A quelque distance de Cogolen, la route traverse, sur deux ponts, la rivière du Périer et celle de Gule, et, bientôt après, elle passe en face de la bastide de la Tour.

Granite graphique et kaolin entre Cogolen et la Garde-Frainet.

Au delà du dernier pont, lorsque la route commence à monter vers la Garde-Frainet, on voit le gneiss amphibolique soulevé par une proéminence granitique en forme de bosse irrégulière. C'est un granite à grandes parties, à feldspath tantôt rose, tantôt blanc, contenant çà et là de grandes plaques de mica blanchâtre et des nids de tourmaline. Ce granite passe au granite graphique le mieux caractérisé. Son feldspath se décompose souvent en kaolin. Les kaolins de cette localité ont été analysés par M. Berthier, et cités par M. Brongniart, dans son *Mémoire sur les kaolins* [2], sous le nom de *kaolins de la Garde-Frainet*. Ils ne sont pas exploités. Des gîtes analogues, caractérisés par la présence de grandes plaques de mica blanc argenté, existent encore en quelques autres points de la contrée, particulièrement le long des gorges étroites qui conduisent à la Molle.

Le gneiss amphibolique, sur lequel la route monte vers Notre-Dame-de-Milamas, présente des couches noirâtres d'apparence charbonneuse. Elles se montrent au delà de l'affleurement du kaolin.

Couches charbonneuses dans le gneiss coupé par un filon de granite graphique.

Plus loin, au S. 30° E. de Notre-Dame-de-Milamas, on observe un filon de granite graphique, à très-larges lamelles, dont quelques points se décomposent en kaolin. Ce filon a de 20 à 30 mètres de puissance. Il est accompagné de deux espèces de salbandes, larges de 3 à 4 mètres, formées d'un schiste mat, noduleux, avec traces charbonneuses. Ce fait curieux est bien singulier; car il semblerait prouver que le granite graphique, loin d'avoir exercé une action métamorphique, a, au contraire, prévenu celle qui, dans une foule d'autres points, a changé le schiste argileux en micaschiste.

[1] Pontier, *Journal des mines*, t. XI, p. 101, 1801.

[2] Alexandre Brongniart, *Premier Mémoire sur les kaolins.* (*Archives du Muséum d'histoire naturelle*, t. I[er], p. 249, 259 et 275, 1839.)

Le granite graphique reparaît encore un peu plus loin sous la forme d'un filon-couche; de 5 mètres de puissance, qui plonge de 50° au N. 25° O., ainsi que les couches de schiste carburé qui l'encaissent.

Voici la coupe du terrain dans ce point intéressant :

Fig. 3.

Granite graphique intercalé dans des schistes en partie carburés.

a. Micaschiste.
b. Granite graphique.
c. Schiste contourné, mat, présentant de petites parties blanches.
d. Schiste mélangé de charbon.
e. Schiste contourné, présentant, dans l'intérieur, des parties blanches.
f. Micaschiste dans lequel reparaissent encore, trois à quatre fois, des veines mates et charbonneuses.

Ici encore les parties de la roche schisteuse les moins éloignées de leur état primitif sont celles qui avoisinent le granite graphique, comme si la présence de cette roche avait été de même, dans ce second point, un obstacle au métamorphisme.

Couches charbonneuses dans le gneiss au S. de Notre-Dame-de-Milamas.

En continuant à suivre la route de la Garde-Frainet, on observe directement, au S. de la chapelle de Notre-Dame-de-Milamas, dans le gneiss qui se dirige du N. 35° E. au S. 35° O., et qui plonge, à l'O. 35° N., de 50°, des veines charbonneuses à surfaces lisses, brillantes et contournées. Quelques parties sont de véritable graphite d'un éclat métallique et très-doux au toucher.

Contournement des couches vers le N.

Plus loin, le long de la route, le gneiss se contourne, comme si les couches, inclinées d'abord au N. O., avaient été soumises à un nouveau redressement dirigé du N. au S.

Un peu plus haut, on observe de nouveau des filons et des veinules de granite graphique dans un gneiss qui se dirige du N. 4° E. au S. 4° O., et qui plonge, à l'O. 4° N., de 70°.

Plus haut encore, on trouve le gneiss dirigé du N. 4° E. au S. 4° O. : il plonge, à l'O. 4° N., de 60°, et paraît s'enfoncer presque parallèlement sous les assises de micaschiste sur lesquelles on continue ensuite à monter vers la Garde-Frainet. On voit, en effet, un peu plus loin, les couches de mica-

schiste se diriger du N. 5° O. au S. 5° E., et plonger, à l'O. 5° S., de 70°

Veinules charbonneuses dans le micaschiste près de la Garde-Frainet.

Vers le haut de la montée, on trouve dans ce micaschiste des veinules de schiste noir luisant dirigées du N. au S. et plongeant, à l'O., de 80°. Enfin, tout au haut de la montée, à un kilomètre de la Garde-Frainet, les couches de micaschiste courent du N. au S., et, à l'entrée même de la ville, du N. 5° O. au S. 5° E.

Micaschiste de la chaîne de la Sauvette. Couches d'*itabirite*.

Les montagnes qui dominent la Garde-Frainet sont formées de micaschiste qui contient souvent des grenats. C'est aussi de micaschistes et de schistes verdâtres que se compose principalement la chaîne qui, de la Garde-Frainet, s'étend, de l'E. N. E. à l'O. S. O., vers la Sauvette et Notre-Dame-des-Anges, entre Pignans et Collobrières. Dans les schistes qui constituent le flanc méridional de cette chaîne, M. Coquand a trouvé des schistes où le fer oligiste remplace le mica : c'est l'*itabirite* du Brésil (*eisenglimmerschiefer*)[1]. Le grès bigarré qui occupe le fond de la vallée de Collobrières repose sur des stéaschistes verdâtres et sur des micaschistes dont la direction oscille entre le N. E. et le N. N. E.

En allant de la Garde-Frainet au Plan-de-la-Tour, village situé à deux lieues à l'E. N. E., on marche encore sur les roches schisteuses; mais, du Plan-de-la-Tour au Revest, on rencontre le granite, qui est souvent à gros grains et porphyroïde. Cette roche forme aussi des montagnes au midi du bassin du Plan-de-la-Tour.

Bassin du Plan-de-la-Tour. Granite.

Ce bassin renferme un petit dépôt houiller qui est affecté par des dislocations dirigées du N. au S., et on observe des traces fréquentes de cette même direction dans les roches schisteuses entre la Garde-Frainet et le Plan-de-la-Tour. Le tout se rattache à la direction presque N. S. que présente le micaschiste entre Notre-Dame-de-Milamas et la Garde-Frainet.

Au midi du petit lambeau houiller du Plan-de-la-Tour, on observe du gneiss qui contient du graphite. Ici le dépôt charbonneux contemporain de la roche, dont le gneiss dérive par voie de métamorphisme, a été plus complétement altéré que dans la plupart des exemples cités plus haut.

Gneiss et granite entre le Plan-de-la-Tour et Roquebrune.

Du Plan-de-la-Tour au village de Roquebrune; sur le bord de la vallée de l'Argens, on marche alternativement sur le gneiss et sur le granite. La direction du gneiss oscille autour du N. E., comme on le verra dans le tableau placé plus bas. Le granite, qui passe çà et là au granite graphique et

[1] Coquand, *Cours de géologie*, p. 42.

au granite porphyroïde, forme, au milieu de ce gneiss, des masses diversement ramifiées, et, d'après M. de Villeneuve, ingénieur des mines à Marseille, il s'observe à la Peguière, et affleure sur une certaine étendue entre la Peguière et le Muy. Il est recouvert par le grès bigarré.

Roches cristallines anciennes dans le massif de l'Esterel.

Les roches cristallines anciennes, le plus souvent stratifiées, se montrent aussi au N. de l'Argens, dans le massif des montagnes de l'Esterel, au pied des masses porphyriques qui en forment les sommets principaux.

Ainsi le micaschiste affleure sur les pentes N. et N. O. de la Colle-de-Rouit, dont la crête est composée de porphyre.

Dans la vallée du Reyran, au N. de Fréjus, on voit, au-dessous des affleurements de houille qu'on a tenté d'y exploiter, un gneiss traversé par des filons de granite qu'on trouve également sur le chemin de la mine de houille à l'Esterel, et qu'on peut suivre ensuite le long de la route qui descend de l'Esterel vers Cannes. Les rochers qui bordent la rive droite de l'Argentière, près de Saint-Pierre, un peu au-dessus de la Napoule, sont formés par un gneiss à feldspath rouge et à mica noir. Dans ce gneiss, dont la direction est variable, on rencontre çà et là des filons d'un granite à feldspath rose et à grandes plaques de mica blanchâtre, qui contient des tourmalines et semble quelquefois passer au granite graphique, ce qui rappelle le granite des bords du golfe de Grimaud. On y remarque aussi, en divers points, des filons de porphyre.

Filons de granite avec tourmaline.

Saussure a observé, en outre, sur cette route, des schistes micacés qui tombent en décomposition, et, dans ces schistes, des veines de quartz, qui ont l'œil bleuâtre de la calcédoine, mais dont la cassure est brillante, écailleuse, et n'a point la scintillation de la calcédoine. On ne distingue pas bien d'abord, dit Saussure, la situation des couches de ces schistes; mais ensuite on reconnaît clairement qu'elles sont verticales et qu'elles courent du N. N. E. au S. S. O.[1].

Le gneiss forme encore, au N. de l'Esterel, les petites montagnes situées entre les Adrets et Oribeau. Ce gneiss sert de base au terrain houiller des vallées du Biançon et du Reyran, sur lequel nous reviendrons ci-après. Sur la route de Grasse à Draguignan, on le voit paraître au-dessous du grès bigarré dans le fond de deux vallées, savoir : dans celle du Riou, au S. de Fayence, où il est traversé par des filons de granite rose contenant de la

[1] Saussure, *Voyages*, § 1433.

tourmaline, et dans celle de la Douce, près du pont de Garrou, au-dessous du château de la Colle-Cramousse.

A l'E. de l'Esterel, les bords de la mer, aux environs de Cannes, sont formés par un gneiss à mica noirâtre et à feldspath rose, auquel est associé un micaschiste qui est plus résistant et qui constitue des rochers saillants.

Rocher de micaschiste de Cannes.

Il existe à Cannes un roc élevé qui forme un promontoire, sur lequel sont situés le château et l'église. « Je montai, dit Saussure, jusqu'au haut de « ce rocher, et je trouvai que la tour de l'église reposait sur une belle roche « feuilletée rouge, brillante, composée de mica et de quartz. On voit aussi « cette roche le long du grand chemin, qui a même été en partie coupé dans « sa substance. En faisant le tour du haut de la colline, je trouvai partout « cette même roche, mais dans des situations différentes : ici horizontales, « là inclinées, là tortueuses [1]. »

Dans un ruisseau que traverse la route de Cannes à Antibes, à environ un kilomètre avant celui de Vallauris, on voit affleurer un gneiss à feld-spath rose et mica blanc très-brillant, qui court de l'E. S. E. à l'O. N. O. et qui plonge, au N. N. E., de 25°. Il est recouvert par un agglomérat très-grossier à fragments de gneiss, de quartz, etc., sur lequel repose un grès d'un gris bleuâtre qui s'étend quelquefois sur la surface nue du gneiss. Ils appartiennent l'un et l'autre aux assises inférieures du grès bigarré, sous lequel le gneiss disparaît.

Deux directions dominent dans les roches stratifiées anciennes des Maures et de l'Esterel.

Les roches cristallines anciennes, dont je viens d'esquisser le tableau, sont, pour la plupart, schisteuses et souvent même régulièrement stratifiées. Leurs directions, assez variées, ont cependant une tendance manifeste à se rapprocher, soit de la direction N. E. S. O., soit de la direction N. S., mais beaucoup plus souvent de la première que de la seconde. On en jugera par le tableau suivant, dans lequel j'ai réuni les observations de directions contenues dans les *Voyages* de Saussure ; quelques autres qui m'ont été communiquées dernièrement par M. Chayet, ancien élève de l'école polytechnique et de l'école des mines ; celles qu'a faites mon collègue, M. Fénéon, lorsqu'il nous est arrivé de nous séparer l'un de l'autre durant nos courses dans ces contrées, et enfin celles que j'ai relevées moi-même dans les excursions que j'ai faites dans les montagnes des Maures et de l'Esterel, en 1822, 1825, 1826, 1827, 1830 et 1832.

[1] Saussure, *Voyages*, § 1431.

TABLEAU

DES DIRECTIONS DES ROCHES STRATIFIÉES ANCIENNES, OBSERVÉES EN DIFFÉRENTS POINTS DES MONTAGNES DES MAURES ET DE L'ESTEREL.

Tableau général des directions observées.

Le micaschiste amphibolique qui affleure, près de la rade de Cavalaire, au S. E. de la colline de serpentine des Quarrades, est dirigé	de l'O. 20° N. à l'E. 20° S.
Sur la route de Cannes à Antibes, on voit affleurer du gneiss dont la stratification se dirige	de l'O. 22°½ N. à l'E. 22°½ S.
Il plonge, au N. N. E., de 25°.	
Entre la rade de Cavalaire et Gassin, on voit affleurer un gneiss amphibolique très-contourné, dirigé	de l'O. 40° N. à l'E. 40° S.
Le micaschiste qui affleure près de la bastide des Quarrades est dirigé	du N. O. au S. E.
A Guignier, sur le chemin de Cogolen aux Quarrades, on voit affleurer un gneiss contenant des veinules charbonneuses. Il est dirigé.	du N. 35° O. au S. 35° E.
Il plonge, à l'E. 35° N., de 20°.	
Les couches schisteuses, près du fort du Grand-Langoustier, dans l'île de Porquerolles, sont dirigées	du N. 22°½ O. au S. 22°½ E.
Elles sont verticales. (Saussure.)	
Sur le chemin de la Molle à Bormes, à peu de distance de la Molle, on voit affleurer un gneiss dirigé	du N. 18° O. au S. 18° E.
Entre Cogolen et le Jas-de-Beau-d'Œuf, sur le chemin de Molle, on voit affleurer un gneiss dirigé	du N. 15° O. au S. 15° E.
Entre l'Esterel et la mine de houille des bords du Reyran, on voit affleurer un gneiss qui se dirige	du N. 10° O. au S. 10° E.
(Chayet.)	
Les couches de micaschiste qu'on trouve à la sortie de la Garde-Frainet, par la route de Saint-Tropez, sont dirigées	du N. 5° O. au S. 5° E.
Dans la descente de la Garde-Frainet, vers Saint-Tropez, on trouve des couches de micaschiste dirigées	du N. 5° O. au S. 5° E.
Elles plongent, à l'O. 5° S., de 70°.	
Dans la descente de la Garde-Frainet, vers Saint-Tropez, on trouve du micaschiste, avec veinules de schiste noir luisant, dirigé	du N. ″ ″ au S. ″ ″
Il plonge, à l'O., de 80°.	
Les couches de micaschiste qui affleurent à un kilomètre au S. de la Garde-Frainet, au commencement de la descente de la route de Saint-Tropez, se dirigent	du N. ″ ″ au S. ″ ″
Les couches de gneiss sur lesquelles est bâtie la citadelle de Saint-Tropez sont dirigées	du N. ″ ″ au S. ″ ″
Le gneiss qui affleure à la sortie de Gassin, par le chemin de Saint-Tropez, est dirigé	du N. ″ ″ au S. ″ ″
Sur le chemin de Cogolen aux Quarrades, au col avant de descendre vers les Quarrades, on voit affleurer un micaschiste dirigé	du N. ″ ″ au S. ″ ″
Il plonge, à l'O., de 30°.	



Dans la descente de la route de la Garde-Frainet, vers Saint-Tropez, on voit affleurer des couches de micaschiste dirigées	du N. 2° E. au S. 2° O.
Elles plongent, à l'O. 2° N., de 80°.	
Le gneiss, avec filons et veinules de granite graphique, qu'on trouve sur la route de la Garde-Frainet à Saint-Tropez, au S. O. de Notre-Dame-de-Milamas, se dirige	du N. 4° E. au S. 4° O.
Il plonge, à l'O. 4° N., de 70°.	
Le gneiss qui affleure sur la route de la Garde-Frainet à Saint-Tropez, vers le bas de la descente, se dirige	du N. 4° E. au S. 4° O.
Il plonge, à l'O. 4° N., de 60°.	
Entre Cogolen et le Jas-de-Beau-d'Œuf, sur le chemin de la Molle, on voit affleurer un gneiss dirigé	du N. 15° E. au S. 15° O.
Entre l'Esterel et Minelle, sur la route de Cannes, on voit affleurer du micaschiste dont les couches sont dirigées	du N. 22°½ E. au S. 22°½ O.
Elles sont verticales. (Saussure.)	
Sur la pente des montagnes, au S. de Collobrières, on voit affleurer un micaschiste dont les couches sont dirigées	du N. 25° E. au S. 25° O.
Un peu avant d'arriver à Bormes, par le chemin de la Molle, on voit affleurer un gneiss dirigé	du N. 25° E. au S. 25° O.
Sur le chemin de Bormes au Jas-d'Au-Peau, en traversant l'éperon qui précède Vaucros, on voit affleurer un micaschiste dirigé	du N. 27° E. au S. 27° O.
La stratification du micaschiste qui forme le col entre le Jas-d'Au-Peau et Collobrières est dirigée	du N. 30° E. au S. 30° O.
Sur le chemin du Jas-d'Au-Peau à Collobrières, avant Saint-Guillaume, on voit affleurer un micaschiste dirigé	du N. 32° E. au S. 32° O.
Sur le chemin de la Molle à Bormes, après avoir dépassé les Campeaux, on voit affleurer un gneiss dirigé	du N. 33° E. au S. 33° O.
Sur le chemin de la Molle à Bormes, à la hauteur des Campeaux, on voit affleurer un gneiss dirigé	du N. 35° E. au S. 35° O.
Sur le chemin de Bormes au Jas-d'Au-Peau, en traversant l'éperon qui précède Vaucros, on voit affleurer un micaschiste dirigé	du N. 35° E. au S. 35° O.
Sur le chemin de Cogolen aux Querrades, près de Guignier, on voit affleurer un micaschiste dirigé	du N. 35° E. au S. 35° O.
Les couches de gneiss, avec parties charbonneuses, qui affleurent au S. de Notre-Dame-de-Milamas, sur la route de la Garde-Frainet à Saint-Tropez, se dirigent	du N. 35° E. au S. 35° O.
Elles plongent, à l'O. 35° N., de 50°.	
Sur le chemin Roquebrune au Plan-de-la-Tour, on voit affleurer un gneiss dirigé	du N. 35° E. au S. 35° O.
Entre l'Esterel et la mine de houille des bords du Reyran, on voit affleurer un gneiss qui se dirige	du N. 35° E. au S. 35° O.
Il plonge du côté du N. O. (Chayet.)	
Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, après le premier torrent, on voit affleurer un gneiss dirigé	du N. 37° E. au S. 37° O.
En descendant de Bormes, par le chemin qui conduit à Vaucros, on voit affleurer un gneiss dirigé	du N. 40° E. au S. 40° O.

Sur le chemin du Jas-d'Au-Peau inférieur à Collobrières, en montant à partir du jas, on voit affleurer un micaschiste dirigé..........	du N. 40° E. au S. 40° O.
Sur le chemin du Jas-d'Au-Peau à Collobrières, près de Saint-Guillaume, on voit affleurer un schiste dirigé....................	du N. 40° E. au S. 40° O.
Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, après le premier torrent, on voit affleurer un gneiss dirigé....................	du N. 40° E. au S. 40° O.
Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, après le premier torrent, on voit affleurer un gneiss dirigé....................	du N. 40° E. au S. 40° O.
Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, à peu de distance de Roquebrune, on voit affleurer un gneiss dirigé............	du N. E. au S. O.
Sur le chemin de la Molle à Bormes, après avoir dépassé les Campeaux, on voit affleurer un gneiss dirigé......................	du N. E. au S. O.
Sur le chemin de Bormes à Vaucros, on voit affleurer un stéaschiste verdâtre dirigé..	du N. E. au S. O.
Sur le chemin de Bormes au Jas-d'Au-Peau, un peu en avant de cet endroit, on voit affleurer un micaschiste dirigé...............	du N. E. au S. O.
Sur le chemin du Jas-d'Au-Peau à Collobrières, avant Saint-Guillaume, on voit affleurer un micaschiste dirigé...............	du N. E. au S. O.
Dans la vallée de Collobrières, à 2 kilomètres à l'E. de Pierrefeu, on voit affleurer un micaschiste dont les couches sont dirigées......	du N. E. au S. O.
Les couches de schiste argileux qui constituent le monticule de Pierrefeu sont dirigées..................................	du N. E. au S. O.
Sur le chemin de Cogolen à la Molle, après le Jas-du-Beau-d'Œuf, on voit affleurer un gneiss dirigé.............................	du N. E. au S. O.
La stratification du gneiss qui affleure à 1 kilomètre de Cogolen, sur le chemin de la Molle, est dirigée..........................	du N. E. au S. O.
Les couches de gneiss qui affleurent sur le flanc septentrional du monticule de Cogolen sont dirigées.......................	du N. E. au S. O.
Dans la vallée du Reyran, un peu au-dessus de la vallée de Prat-d'Anbon, les feuillets du gneiss se dirigent.....................	du N. E. au S. O.
Ils plongent, au S. E., de 60°. (Fénéon.)	
Sur le chemin de la Molle à Bormes, en montant au point de partage, on voit affleurer un gneiss dirigé......................	de l'E. 40° N. à l'O. 40° S.
Sur le chemin de Bormes à Vaucros, dans un vallon latéral à droite, on voit affleurer un stéaschiste dirigé......................	de l'E. 40° N. à l'O. 40° S.
Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, à peu de distance de Roquebrune, on voit affleurer un gneiss dirigé............	de l'E. 40° N. à l'O. 40° S.
Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, on voit affleurer un gneiss dirigé..	de l'E. 40° N. à l'O. 40° S.
Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, avant d'entrer dans le massif granitique, on voit affleurer un gneiss dirigé......	de l'E. 40° N. à l'O. 40° S.
Sur le chemin de Bormes au Jas-d'Au-Peau, en montant sur l'éperon qui précède Vaucros, on voit affleurer un stéaschiste dirigé.....	de l'E. 35° N. à l'O. 35° S.
Sur le chemin de la Molle à Bormes, à peu de distance de la Molle, on voit affleurer un gneiss dirigé.........................	de l'E. 35° N. à l'O. 35° S.

Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, avant d'entrer sur le massif granitique, on voit affleurer un gneiss dirigé..........	de l'E.	35°	N.	à l'O.	35°	S.
Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, à peu de distance du Plan-de-la-Tour, on voit affleurer un gneiss dirigé......	de l'E.	30°	N.	à l'O.	30°	S.
Entre l'Esterel et la mine de houille des bords du Reyran, on voit affleurer un gneiss qui se dirige..........................	de l'E.	30°	N.	à l'O.	30°	S.
Il plonge du côté du midi. (Chayet.)						
Le filon-couche de granite graphique qui affleure au S. 3° E. de Notre-Dame-de-Milamas, sur la route de la Garde-Frainet à Saint-Tropez, se dirige....................................	de l'E.	25°	N.	à l'O.	25°	S.
Il plonge, au N. 25° O., de 50°.						
Dans la presqu'île de Giens, les roches schisteuses sont dirigées (Fénéon.)	de l'E.	22°½	N.	à l'O.	22°½	S.
Dans la colline qui domine la ville d'Hyères, vers le N., les couches schisteuses sont dirigées..............................	de l'E.	22°½	N.	à l'O.	22°	S.
Elles plongent vers le N. (Saussure.)						
Le gneiss qui affleure sur la route de l'Esterel à Cannes, près du ruisseau qui descend de la montagne d'Artuby, est dirigé........	de l'E.	20°	S.	à l'O.	20°	N.
Il plonge, vers le S., de 45°. (Chayet.)						
Sur le chemin de Roquebrune au Plan-de-la-Tour, à peu de distance de Roquebrune, on voit affleurer un gneiss dirigé........	de l'E.	15°	N.	à l'O.	15°	S.
Sur le bord escarpé et dentelé de l'île de Porquerolles, les couches schisteuses sont dirigées..............................	de l'E.	"	"	à l'O.	"	"
Elles sont, ou verticales, ou très-inclinées au N. (Saussure.)						
Les couches schisteuses de l'île du Grand-Ribaud sont dirigées....	de l'E.	"	"	à l'O.	"	"
Dans les parties les plus orientales du monticule de la chapelle Saint-Jean, près d'Hyères, les couches schisteuses sont dirigées..	de l'E.	"	"	à l'O.	"	"
Elles plongent, au S., de 40 à 50°. (Saussure.)						
Entre la rade de Cavalaire et Gassin, on voit affleurer un gneiss amphibolique dirigé..................................	de l'E.	"	"	à l'O.	"	"
Il plonge, au N., de 15°.						

J'ai cherché à résumer le contenu des tableaux ci-dessus dans une forme qui mît en évidence la fréquence plus ou moins grande avec laquelle les diverses directions s'observent dans les roches stratifiées anciennes des montagnes des Maures et de l'Esterel. Pour cela, il m'a suffi de remarquer que presque toutes sont rapportées aux divisions principales de la boussole, espacées de 5 en 5 degrés, et que le petit nombre de celles qui sont rapportées à des divisions intermédiaires pouvaient être considérées, sans erreur considérable, comme appartenant à la division principale la plus voisine.

Il n'y avait d'embarras que pour celles qui sont rapportées à des points également écartés des divisions principales, comme celles qui tombent au N. N. E., ou N. 22° $\frac{1}{2}$ E. Chacune de celles-là a été considérée comme composée de deux moitiés, qui chacune ont été rapportées aux directions principales les plus voisines : de là il est résulté que le tableau dressé ainsi qu'il vient d'être dit renfermait, en quelques points, la fraction $\frac{1}{2}$. Pour faire disparaître cette bizarrerie, on a doublé tous les nombres, ce qui fait qu'il est censé composé de 138 directions, au lieu de 69 qui se trouvent dans le tableau principal.

TABLEAU

INDIQUANT LA FRÉQUENCE PLUS OU MOINS GRANDE DES DIVERSES DIRECTIONS DANS LES ROCHES STRATIFIÉES ANCIENNES DES MONTAGNES DES MAURES ET DE L'ESTEREL.

Tableau qui résume le précédent.

A l'O. 5° N.	″
A l'O. 10° N.	″
A l'O. 15° N.	″
A l'O. 20° N.	1 direction observée.
A l'O. 25° N.	1 direction observée.
A l'O. 30° N.	″
A l'O. 35° N.	″
A l'O. 40° N.	2 directions observées.
Au N. O.	2 directions observées.
Au N. 40° O.	″
Au N. 35° O.	2 directions observées.
Au N. 30° O.	″
Au N. 25° O.	1 direction observée.
Au N. 20° O.	3 directions observées.
Au N. 15° O.	2 directions observées.
Au N. 10° O.	2 directions observées.
Au N. 5° O.	4 directions observées.
Au N.	12 directions observées.
Au N. 5° E.	4 directions observées.
Au N. 10° E.	″
Au N. 15° E.	2 directions observées.
Au N. 20° E.	1 direction observée.
Au N. 25° E.	7 directions observées.

Au N. 30° E.	4 directions observées.
Au N. 35° E.	16 directions observées.
Au N. 40° E.	10 directions observées.
Au N. E.	22 directions observées.
A l'E. 40° N.	10 directions observées.
A l'E. 35° N.	6 directions observées.
A l'E. 30° N.	4 directions observées.
A l'E. 25° N.	4 directions observées.
A l'E. 20° N.	4 directions observées.
A l'E. 15° N.	2 directions observées.
A l'E. 10° N.	"
A l'E. 5° N.	"
A l'E.	8 directions observées.

On remarquera au premier coup d'œil, dans ce tableau, des groupes de directions qui se pressent avec une abondance remarquable autour du N. E. et autour du N.; le surplus est disséminé presque au hasard dans les autres parties de l'horizon. Désirant rendre ce résultat plus sensible encore au moyen d'une représentation graphique, je me suis rappelé que, lorsque j'ai à prendre la direction de couches légèrement sinueuses, comme elles le sont presque toutes, je me borne à noter celle des divisions principales de ma boussole dont cette direction se rapproche le plus. Ces divisions principales sont de 5 en 5 degrés: ainsi, lorsque dans le premier tableau on trouve huit directions vers le N. 35° E., cela signifie huit directions comprises entre le N. 32° $\frac{1}{2}$ E. et le N. 37° $\frac{1}{2}$ E., et réparties dans cet intervalle d'une manière à peu près uniforme. J'ai construit, conformément à cette remarque, toutes les directions notées dans le premier tableau, et j'ai obtenu la figure ci-après, qu'on pourrait appeler une *rose des directions* [1].

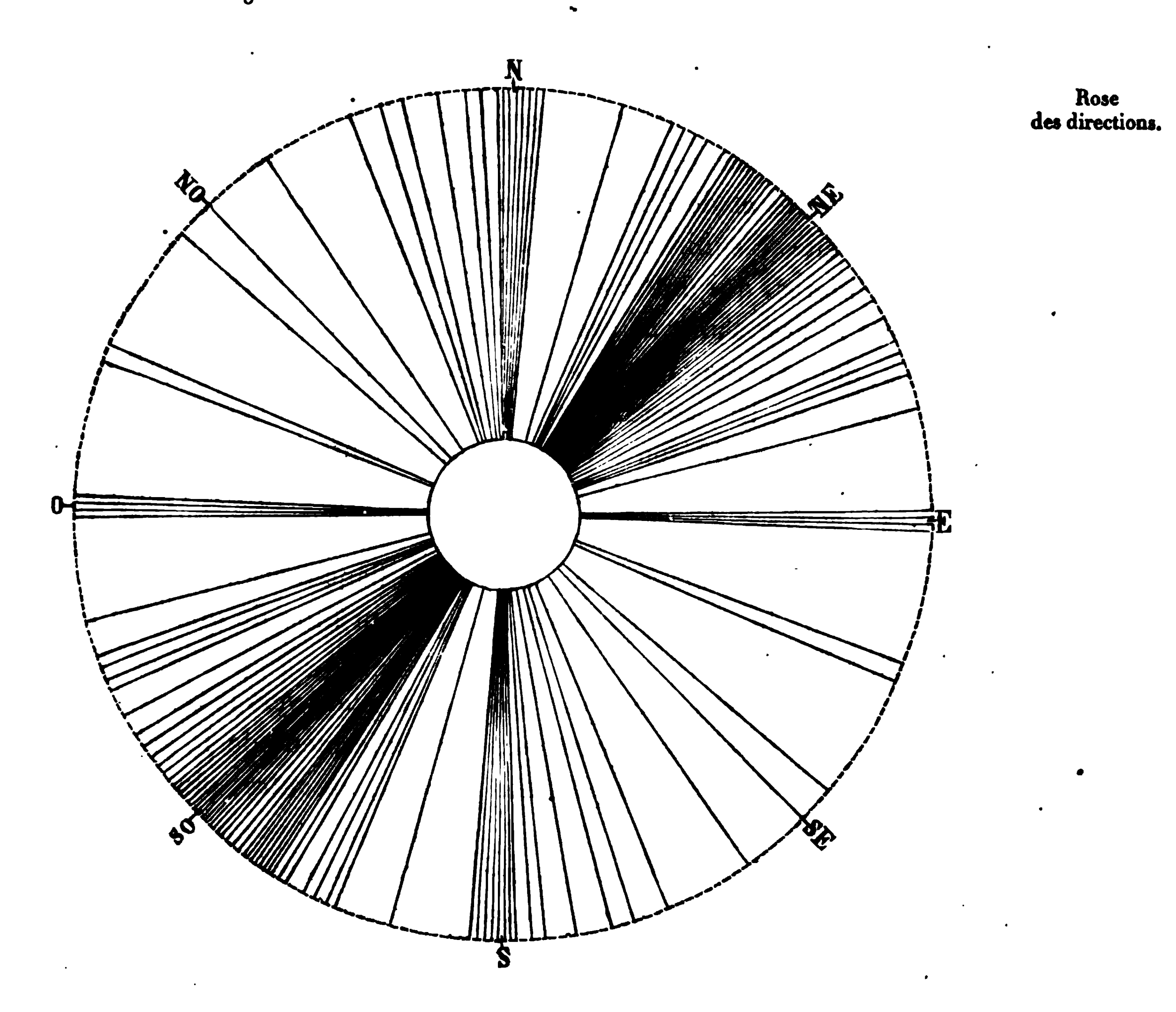
[1] J'ai regretté de ne pouvoir donner, dans le chapitre V, une *rose des directions* pour les Vosges; mais, en 1821, époque à laquelle j'ai fait une grande partie de mes observations sur les roches stratifiées anciennes de l'intérieur des Vosges, je n'avais pas encore pris l'habitude de noter *en degrés* les directions des couches.

ROSE DES DIRECTIONS

OBSERVÉES DANS LES ROCHES STRATIFIÉES ANCIENNES DES MONTAGNES DES MAURES ET DE L'ESTEREL.

Fig. 4.

Rose des directions.



Cette figure rend manifeste la tendance qu'ont les couches dont il s'agit à se diriger vers le N. E., ou, plus exactement, vers le N. 44° E., et celle qu'elles ont aussi, dans leurs écarts, à prendre une direction à peu près N. S. *Deux directions principales.*

La première de ces deux directions, peu éloignée de celle que nous avons déjà signalée dans les Vosges (chap. V, pag. 311, 318, 324 et 417), est le *Leurs rapports avec les directions*

observées dans d'autres pays.

résultat du ridement général qui, à une époque géologique très-ancienne, a affecté les dépôts stratifiés d'une grande partie de l'Europe.

La seconde, qui m'a paru s'étendre même aux couches du dépôt houiller du Plan-de-la-Tour, se rapporte probablement à la série de dislocations qui a produit la chaîne carbonifère du N. de l'Angleterre, et dont nous avons signalé les traces dans les Vosges (chap. V, pag. 413), et dans les montagnes qui séparent la Saône de la Loire (chap. II, pag. 105).

Autres dislocations.

Filons métallifères.

Ces deux séries de dislocations, qui ont eu la principale influence sur les directions qu'affectent les couches des roches anciennes dans les montagnes des Maures et de l'Esterel, sont bien loin d'être les seules que ces roches aient eues à subir. Elles sont traversées par divers filons, fréquemment métallifères, qui ont rempli des fentes dont la direction dominante ne coïncide ni avec l'une ni avec l'autre des deux directions précédentes. Ces filons, dont l'exploitation a souvent été tentée, mais presque toujours abandonnée, sont très-nombreux.

J'ai déjà cité en différents points, notamment dans la presqu'île de Giens, des veines de quartz de diverses formes, souvent très-épaisses, dont quelques-unes sont peut-être des filons.

Sur la crête des montagnes qui forment le flanc méridional de la vallée de Collobrières, le stéaschiste est coupé par un filon de quartz dirigé de l'E. 30° N. à l'O. 30° S.

Sur le flanc N. de la chaîne qui s'étend de Pignans vers la Garde-Frainet, on connaît plusieurs filons quartzeux qui renferment de la galène. L'un d'eux a été exploité autrefois près des Mayons; un autre, plus à l'E., vers Saint-Dalmas[1].

Il existe aussi des filons du même genre aux environs de la Garde-Frainet et de la Moure. On en a exploité pour alquifoux à Vaucron, à Bongay et aux Mourgues[2]. On y trouve aussi des indices de cuivre.

Une large bande de quartz, connue sous le nom de *Roucas blanc*, s'étend depuis les limites du territoire de la Garde-Frainet jusque vers les montagnes de Sainte-Maxime. Elle reparaît successivement, en différents points, dans les flancs des coteaux ramifiés qui entrecoupent le terrain. La charrue

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 301.

[2] *Id.*, *ibid.*, tom. III, pag. 296.

en détache quelquefois des morceaux, où l'on trouve, au milieu du quartz, des rognons de galène. On y a exploité autrefois de l'alquifoux, à Mourety et au Roucas blanc. Le filon qui s'étend de l'un de ces points à l'autre se dirige de l'O. à l'E.[1].

Près de Sainte-Maxime, de larges bandes de quartz blanc, demi-vitreux et opaque, sillonnent la superficie des coteaux un peu élevés et des montagnes. Elles s'enfoncent profondément dans le sol, et indiquent presque toujours des mines de plomb, dont elles forment la gangue. On en a découvert dans le terroir de Sainte-Maxime, et surtout dans celui du Revest. « J'ai suivi « moi-même, dit Darluc, la tête des filons, et j'en conserve de très-beaux « échantillons que l'on a trouvés dans la terre du Revest, du côté du Plan-« de-la-Tour, en plantant des vignes. Le minerai y est entouré d'une gangue « quartzeuse. La direction de la mine s'étend fort au loin, du levant au cou-« chant[2]. »

La plupart des filons métallifères dont nous venons de parler sont compris dans une bande dirigée de l'E. N. E. à l'O. S. O. de Sainte-Maxime, vers Pignans, bande qui est en même temps celle où les montagnes des Maures atteignent la plus grande élévation.

On trouve aussi quelques filons au S. et au N. de cette bande.

Au pied septentrional du monticule de Cogolen, on voit affleurer un filon de quartz qui coupe le gneiss. Ce filon court au N. 1/4 N. E. Il contient des parties métalliques. On y a ouvert des recherches.

On connaît également des filons quartzeux, avec veines de galène, dans les petits coteaux qui coupent le territoire de Ramatuelle.

On en connaît de même vers le N., en différents points du territoire du Revest, jusqu'aux environs du Muy. D'après M. de Villeneuve, ingénieur des mines à Marseille, il existe, près de la Peguière, à l'extrémité des rochers de Roquebrune, dans un endroit nommé l'Argentière, un filon de plomb argentifère qui traverse le granite.

M. de Villeneuve s'est beaucoup occupé des gîtes métalliques que renferment les montagnes des Maures, et en a signalé un bien plus grand nombre que je n'en puis indiquer ici. Indépendamment de la galène, plus

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 289. Darluc était né à Grimaud. Il a beaucoup exploré tout ce canton.

[2] *Id.*, *ibid.*, tom. III, pag. 282.



ou moins argentifère, quelques-uns de ces gîtes contiennent des minerais de cuivre et d'antimoine.

Ces gîtes sont beaucoup moins nombreux dans le groupe de l'Esterel que dans celui des Maures : cependant on a observé des filaments métalliques dans les flancs de la montagne de Pennafort, et la montagne de Rouit, au levant de celle de Pennafort, renferme un gîte de plomb argentifère [1].

Quelques filons de galène existent aussi près de la maison de poste de l'Esterel.

Bassins houillers.

Les roches cristallines qui forment la base des montagnes des Maures et de l'Esterel ont reçu, dans les dépressions de leur surface, de même que celles du massif central de la France et des Vosges, des dépôts de terrain houiller. On en connaît trois : l'un, au N. de Fréjus, coupé par la vallée du Reyran; le second, au Plan-de-la-Tour, entre le Revest et la Garde-Frainet; le troisième, dans la vallée de Collobrières.

On en connaît trois.

Le seul de ces dépôts qui présente quelque étendue et une certaine épaisseur est celui de la vallée du Reyran. Mais, lui-même, il ne se voit que dans les flancs de quelques vallons, où il repose sur le gneiss et où il est bientôt recouvert par les diverses roches du terrain porphyrique, de sorte qu'il ne joue qu'un rôle peu considérable dans la constitution des montagnes de l'Esterel. Il n'a d'importance que par les tentatives d'exploitation auxquelles il a donné lieu, et je renverrai, en conséquence, sa description au chapitre VII de cet ouvrage, consacré aux divers terrains houillers de la France.

Je me bornerai à remarquer ici que les petits lambeaux houillers des Maures et de l'Esterel, n'étant pas généralement à l'état métamorphique (si même ils s'y montrent quelque part sous cette forme), prouvent que les phénomènes métamorphiques auxquels les roches stratifiées anciennes doivent leur état cristallin sont antérieurs à l'existence du terrain houiller.

Les phénomènes dont nous parlons sont, par conséquent, indépendants de l'éruption des porphyres quartzifères, qui est survenue après la formation de la houille.

Porphyres rouges quartzifères.

Ces porphyres quartzifères, qui vont maintenant nous occuper, forment les cimes principales de l'Esterel proprement dit, c'est-à-dire du massif de montagnes que traverse la route de Fréjus à Antibes, aux environs de la

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 307.

maison de poste de ce nom, près du village des Adrets; ils constituent même la plupart des cimes de ce que nous avons appelé, d'une manière plus générale, le groupe de l'Esterel, en y comprenant toutes les montagnes situées entre la vallée de l'Argens et la ligne de dépressions qui s'étend de Draguignan à Grasse.

Formes dentelées des crêtes porphyriques.

Ce groupe de montagnes présente une série discontinue de crêtes porphyriques dentelées, qui commence à la montagne de Rouit, sur les bords de l'Endelos, au N. E. d'Esclans, et qui s'étend à peu près de l'O. à l'E., par l'Esterel proprement dit, jusqu'au cap Roux. Les diagrammes ci-dessous donneront une idée de leurs formes.

Fig. 5.



L'Esterel, vu de la mer à l'entrée de la rade d'Agay.


Fig. 6.

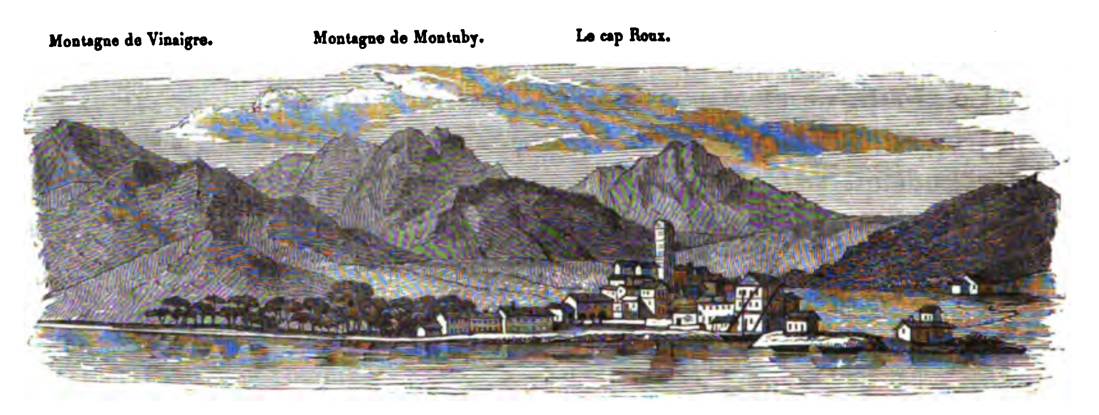


Le cap Roux, vu du golfe de Fréjus.

Les crêtes de porphyre qui environnent la Sainte-Baume, au N. E. du

port d'Agay, sont abruptes et dentelées comme celles du cap Roux et de l'Esterel, ainsi qu'on en jugera par le diagramme ci-dessous.

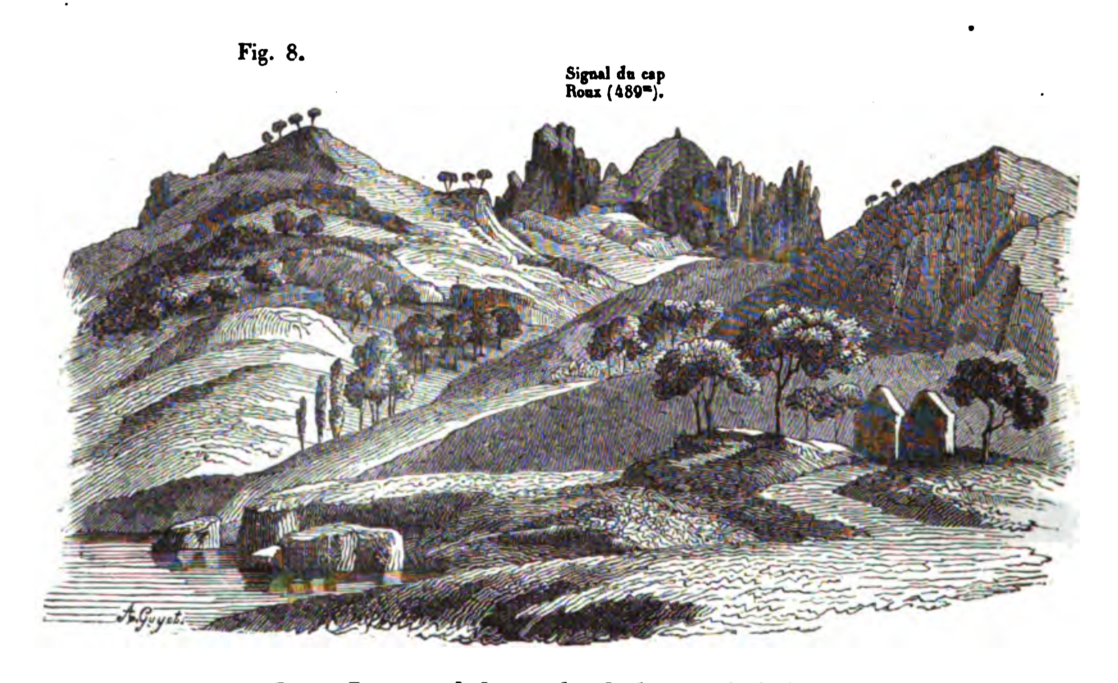
Fig. 7.



L'Esterel et le cap Roux, vus du port d'Agay.

Le cap Roux. Le cap Roux, remarquable par sa hauteur (489 mètres) et par ses formes rudement prononcées, dont le diagramme ci-dessus donnera une idée, doit son nom à la couleur rouge du porphyre dont sa masse est composée.

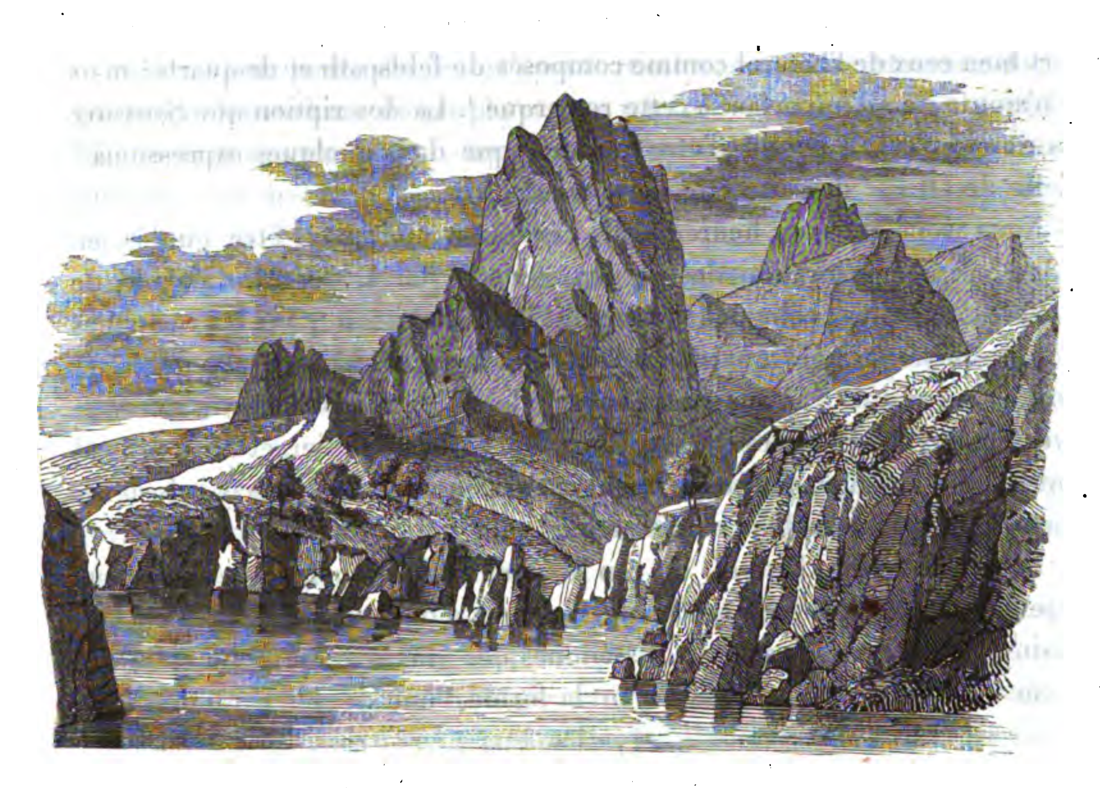
Fig. 8.



Le cap Roux, vu de la mer dans la direction du S. E.

Ce cap fait partie d'une suite d'escarpements très-analogues entre eux, qui terminent, au S. E. et à l'E., le massif de l'Esterel, depuis Saint-Raphaël, à l'embouchure de l'Argens, jusqu'au golfe de la Napoule. Immédiatement au S. de ce dernier golfe, les porphyres s'avancent dans la mer à une demi-lieue, en formant un long promontoire appelé le *cap de Téoule*. Le cap Roux proprement dit est un second promontoire porphyrique, placé au midi du premier. Le diagramme ci-dessous, que je dois, ainsi que les précédents, à M. Lebourguignon-Duperré, officier au corps royal des ingénieurs-hydrographes, donnera une idée de sa structure et des formes ardues et pittoresques qu'il présente sur le rivage même aussi bien que près de sa cime.

Fig. 9.



Les rochers du cap Roux, vus de la mer à une petite distance.

D'autres promontoires du même genre accidentent la côte jusqu'au port d'Agay, et même jusqu'à Saint-Raphaël.

Les porphyres de l'Esterel s'étendent jusqu'à la vallée de l'Endelos.

Les masses de porphyre rouge quartzifère qui constituent les crêtes dentelées de l'Esterel s'interrompent, vers l'O., à la vallée du Reyran; mais elles reparaissent plus loin avec les mêmes caractères, et s'étendent, ainsi que nous l'avons dit, jusqu'à la vallée de l'Endelos, en formant le roc de la Gardiole, la montagne de la Maure et celle de Rouit. Dans les bois de Malvoisin, que traverse la route de Fayence à Fréjus, on trouve diverses variétés de ces porphyres, et, plus au S., en suivant le chemin de Fréjus, on les voit encore paraître au milieu des grès qui forment toute la pente des montagnes vers la rivière d'Argens.

Les porphyres rouges quartzifères de l'Esterel ont fixé depuis longtemps l'attention de divers auteurs.

Les porphyres de l'Esterel avaient fixé anciennement l'attention de Guettard et celle du minéralogiste suédois Angerstein[1], qui, en 1751, en fit l'objet d'une communication à l'Académie des sciences de Paris : mais ces descriptions sont peu en rapport avec l'état actuel de la géologie. Buffon, dans son Histoire naturelle des minéraux, à l'article des *porphyres,* désigne fort bien ceux de l'Esterel comme composés de feldspath et de quartz; mais il n'ajoute rien d'important à cette remarque[2]. La description que Saussure en donne n'aurait besoin d'être modifiée que dans quelques expressions[3]. Celle de Darluc devrait l'être davantage[4].

Nous avons été assez heureux, M. Fénéon et moi, pour être guidés, en 1826, dans l'exploration des porphyres de l'Esterel, par M. Léopold de Buch. Cet illustre géologue les reconnut immédiatement pour les analogues des porphyres rouges quartzifères du Tyrol, qu'il avait décrits quelques années auparavant[5]. Dans notre voyage de 1832, M. Dufrénoy a examiné avec détail les porphyres du cap Roux. M. Charles Texier et M. Coquand ont publié, au sujet des porphyres des environs du port d'Agay, plusieurs remarques que nous leur emprunterons plus loin.

Composition de ces porphyres.

Le porphyre de l'Esterel, du cap Roux et de la montagne de Rouit, est essentiellement formé de feldspath compacte d'un rouge amarante plus ou moins foncé, dans lequel sont disséminés des grains de quartz incolore, à cassure vitreuse très-brillante, ayant la forme d'une double pyramide à six

[1] Angerstein, *Remarques sur les montagnes de Provence*, dans les *Mémoires des savants étrangers*, tom. II, publié en 1755, pag. 557.

[2] Buffon, *Histoire naturelle des minéraux*, tom. III, pag. 372.

[3] Saussure, *Voyages*, § 1436.

[4] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 327.

[5] *Annales de chimie et de physique*, t. XXIII, p. 291, 1823.

faces plus ou moins nettement déterminées. Des cristaux de feldspath orthose rougeâtre y sont également répandus. Leur teinte est ordinairement plus claire que celle de la pâte. Souvent un commencement de décomposition les rend blanchâtres ou même blancs. La pâte prend aussi une teinte beaucoup plus pâle lorsqu'elle commence à se décomposer. Le grain de ces porphyres est souvent très-gros. Les grains de quartz et de feldspath ont quelquefois plusieurs millimètres de diamètre; en même temps ils sont très-abondants dans certaines parties, et l'aspect de la roche acquiert alors quelque chose de granitoïde.

Mode de division des porphyres quartzifères de l'Esterel.

Les porphyres quartzifères du cap Roux, de l'Esterel et de la montagne de Rouit, constituent de grandes masses traversées par des fentes diversement dirigées, qui les divisent en blocs polyédriques. Ils résistent très-bien à l'action atmosphérique, et produisent de grands escarpements bordés de talus de débris formés par les blocs éboulés.

Souvent une partie des fentes sont verticales, ce qui imprime aux déchiquetures des rochers de porphyre une tendance à la verticalité, dont les diagrammes des pages 471, 472 et 473, peuvent donner une idée. Quelquefois aussi les fentes verticales se rapprochent, d'où résulte pour le porphyre une division régulièrement prismatique.

Ces porphyres s'étendent au midi jusqu'à la rade d'Agay.

Le porphyre rouge quartzifère s'étend, presque sans interruption, depuis le cap Roux et les crêtes de l'Esterel jusqu'au port d'Agay, à l'E. de Saint-Raphaël. Un peu au-dessus du port d'Agay, la vallée, dont le port est la prolongation, est traversée par une masse de porphyre rouge quartzifère, dont la pâte est violacée et remplie de grains de quartz transparent et de cristaux de feldspath. Ce porphyre présente quelques taches verdâtres, qui paraissent dues à un mode particulier de décomposition, et qui sont quelquefois remplacées par des cavités.

La partie extérieure de cette masse offre une structure schistoïde et une texture presque compacte, presque dépourvue de cristaux. Elle est en contact, du côté du N., avec un conglomérat porphyritique, dans lequel on remarque, en fragments ou en grains isolés, les différentes variétés et les divers éléments des porphyres quartzifères. On voit aussi, dans ce conglomérat, de nombreuses taches d'une substance verte, à cassure esquilleuse, d'une dureté variable, qui paraît être argilo-siliceuse. La masse porphyrique du port d'Agay se prolonge, à l'O., dans les collines arrondies des Caus, jusque

vers le ruisseau d'Arène-Grosse. Elle y présente diverses variations de texture et de composition. On y remarque notamment un porphyre rouge quartzifère, qui renferme des cristaux d'amphibole.

Le porphyre quartzifère de l'Esterel est susceptible d'être employé, non-seulement comme pierre à bâtir, mais comme pierre dure et polissable. Il y en a de couleur verdâtre qui reçoit très-bien le poli. Angerstein l'avait déjà signalé sous ce rapport, et Darluc dit qu'il a vu des urnes de ce porphyre dans quelques chapelles; mais cette propriété de pouvoir être taillé et poli appartient surtout à un porphyre d'un gris bleuâtre ou verdâtre, qui se trouve, à l'O. du port d'Agay, dans les collines des Caus, et qui me paraît former une variété particulière. Peut-être même devra-t-on le distinguer complétement du porphyre rouge quartzifère, et le rapprocher des *trachytes*.

Porphyres d'un gris bleuâtre entre Saint-Raphaël et la rade d'Agay.

Durant les courses que j'ai faites dans ces cantons, en 1826, avec M. Léopold de Buch et M. Fénéon, nous avons recueilli, près du ruisseau d'Arène-Grosse, entre Saint-Raphaël et le port d'Agay, de nombreux échantillons d'un porphyre quartzifère, d'un gris bleuâtre, contenant de gros noyaux de quartz et de gros cristaux feldspathiques, qui se séparent aisément de la masse par la décomposition d'une enveloppe extérieure dont ils sont revêtus. Ces cristaux sont blancs ainsi que leur enveloppe. Il est facile de s'en procurer d'isolés en les dégageant de la pâte du porphyre, qui commence à se décomposer. Dans certains points où ils atteignent la longueur de 2 à 3 centimètres, ils sont sujets à une plus prompte décomposition, et passent alors à une espèce de kaolin. Quand ils ne sont pas décomposés, ces cristaux offrent, dans leur intérieur, un éclat vitreux. Ils sont translucides. Les clivages y sont très-faciles, et présentent les macles parallèles à la face M. et les inclinaisons de clivage en forme de toit et de gouttière qui caractérisent l'*albite*. On y reconnaît souvent les formes unitaire, bibinaire et quintuplante de Haüy. Elles sont hémitropes et plus ou moins modifiées.

Remarques sur leur composition.

Cet albite, brillant et facilement clivable, ressemble complétement à celui qui a été signalé précédemment (pag. 303 et 341) dans les granites d'Andlau et de Breitenbach, département du Bas-Rhin.

Dans le porphyre bleuâtre, le quartz existe ordinairement en noyaux de quelques millimètres de diamètre. Quoique arrondis, ces noyaux quartzeux offrent cependant des rudiments de faces planes, qu'on reconnaît aisément

pour celles du dodécaèdre, formé par les deux pointements du quartz accolés base à base.

Ces dodécaèdres deviennent quelquefois très-nets. D'après M. Coquand, c'est dans le porphyre des Caus qu'on observe les plus réguliers. A Agay, et sur les hauteurs qui couronnent la rade, on les trouve plus abondants et plus volumineux; mais cette augmentation a lieu aux dépens de la symétrie, car elle est troublée par le plus grand élargissement qu'ont pris certaines faces du solide par rapport aux autres. Quelquefois de petits cristaux, régulièrement proportionnés, réunis au nombre de 2, 3, 4, 5 ou 6, en forment un de même figure très-régulier. En général, le cristal composé est net à une de ses extrémités, et l'autre laisse voir tous les cristaux composants. Cette variété est rare, ainsi que celle où deux cristaux se pénètrent par les pyramides dont les arêtes se correspondent et les axes se confondent[1].

Nos porphyres gris bleuâtre renferment aussi des cristaux d'amphibole d'un vert sombre, des grains souvent très-nombreux et assez gros de fer oxydulé, ainsi que des nids et des petits filons d'épidote d'un vert pistache. Ils contiennent, en outre, des fragments de granite à petits grains. L'abondance de cristaux d'amphibole est ordinairement en raison inverse de celle des noyaux ou cristaux de quartz. Dans les parties les plus riches en amphibole, on trouve aussi des pyrites disséminées.

Ces parties du porphyre bleu, qui sont presque dépourvues de quartz, pourraient être considérées comme un porphyre dioritique très-riche en albite; mais ce porphyre présente en général, dans sa maigreur au toucher, dans son aspect vitreux et fendillé, et même dans la forme intérieure de ses cristaux d'albite, des traits frappants de ressemblance avec *certains trachytes;* et je le rangerais, sans hésiter, parmi ces roches, si les noyaux quartzeux qu'il renferme en abondance ne rappelaient, d'une manière également frappante, les porphyres quartzifères des bords du lac de Lugano.

Ils se rapprochent de certains trachytes.

D'après M. Coquand, le gisement du porphyre bleu court parallèlement au bord de la mer, depuis les Caus jusqu'à la rade d'Agay. Il couvre plusieurs kilomètres carrés; mais, dans cette étendue, il offre beaucoup de variations dans son grain et sa solidité. Les premières roches que l'on rencontre à l'O. sont composées de quartz et de feldspath. La pâte grise,

[1] Coquand, *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. VII, pag. 109, 1836.

quoique dure, ne présente aucune cohésion, parce que les cristaux feldspathiques, qui ont jusqu'à 3 centimètres de longueur et qui sont abondants, détruisent, en se désagrégeant, toute l'agrégation de la roche[1]. De plus, la pâte elle-même entre souvent en décomposition.

En avançant de l'O. à l'E., on remarque que les éléments du porphyre diminuent de grosseur d'une manière sensible. Bientôt le quartz suit la même dégradation. La couleur de la roche est constante : c'est une pâte d'un bleu de turquoise pâle, renfermant des cristaux d'albite, de quartz et d'amphibole.

Une autre variété qui se montre à la surface du sol, en rognons plus ou moins gros, forme tout le terrain depuis Boulouris jusqu'à Agay. Elle offre une cassure remplie d'éléments cristallins confusément agrégés. Au premier coup d'œil, on la prendrait pour un granite à petits grains. Ce porphyre n'est point sujet à se désagréger comme celui qui contient de gros cristaux nettement circonscrits. Il est, en partie, recouvert par le grès bigarré et les roches trappéennes qui bordent la côte.

Ils ont été exploités par les Romains.

D'après M. Charles Texier, qui, avant ses voyages en Orient, avait été chargé de diriger à Fréjus des fouilles archéologiques, ce porphyre a été remarqué par les Romains, qui l'ont exploité pour en décorer le port de Fréjus, et qui en ont porté jusqu'à Rome, où on le regarde généralement comme provenant d'Égypte. M. Texier a retrouvé les carrières antiques, qui existent encore dans les collines des Caus, à un kilomètre ou deux seulement du rivage[2].

En suivant la côte, on rencontre le torrent de Boulouris, dont la vallée conduit aux carrières exploitées par les Romains, dans lesquelles on voit encore des blocs taillés et même des coins en fer engagés dans les rainures longitudinales destinées à faciliter l'extraction des masses d'un grand volume. Un vase antique, des débris de poterie grossière et une médaille en bronze frappée à l'effigie de Vespasien, trouvés par M. Coquand dans cette localité, attestent que la carrière a été travaillée par les Romains, qui en ont tiré des matériaux pour les monuments de Fréjus (*Forum Juliense*).

Le porphyre quartzifère a fait éruption à travers le gneiss.

Le porphyre quartzifère paraît avoir fait éruption à travers le gneiss, qui forme, ainsi que nous l'avons vu, la base des montagnes de l'Esterel; il a

[1] Coquand, *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. VII, pag. 108.

[2] Ch. Texier, *ibid.*, t. II, pag. 422, 1832.

même quelquefois pénétré le terrain houiller. Saussure et d'autres observateurs ont remarqué que le gneiss est coupé par des filons de porphyre. Souvent on peut reconnaître, à l'inspection de ces filons, l'action mutuelle du gneiss et du porphyre qui l'a traversé. Près du pont sur lequel la route de Fréjus à Cannes traverse le torrent au S. O. de la Napoule, j'ai observé un filon de porphyre qui coupe les feuillets du gneiss. Près du contact, le gneiss a une teinte verte, et il est décomposé de manière à être tout à fait friable. Le porphyre présente lui-même des zones parallèles, à la surface du contact, qui se manifestent par des différences dans son grain et dans son état de décomposition.

Filons de porphyre dans le gneiss.

La structure du porphyre porte aussi, dans beaucoup de parties, des traces non équivoques des phénomènes éruptifs, au nombre desquels on peut citer les formes prismatiques qu'offre souvent le porphyre, et la structure tabulaire ou même rubanée qu'on y reconnaît en quelques points.

Traces des phénomènes éruptifs.

Un peu au delà de la maison de poste de l'Esterel, sur la route de Cannes, on trouve plusieurs masses de porphyre rouge quartzifère, dont l'une, presque compacte, renfermant seulement une petite quantité de grains de quartz et de cristaux de feldspath, les uns et les autres assez petits, est divisée en prismes distincts d'un assez petit diamètre et perpendiculaires à la surface suivant laquelle le porphyre repose sur le gneiss.

Structure prismatique.

Ailleurs, le porphyre, passant également à la texture compacte, prend une structure rubanée et même schistoïde. En descendant de la maison appelée *les Darboussières* (les Arbousiers), vers Fréjus, on observe, le long de la route, plusieurs rochers formés par un porphyre rouge quartzifère, d'une texture presque compacte, et remarquable par la disposition schistoïde dont je viens de parler. Le ruisseau qui descend des Caus entraîne des fragments d'un porphyre quartzifère de couleur violacée, presque dépourvu de cristaux, parsemé de parties verdâtres qui paraissent être du mica imparfaitement caractérisé. Ce porphyre présente une cassure rubanée et même schistoïde à zones très-minces et presque foliacées. Ces zones sont contournées, comme le sont les stries de certaines laves qui ont éprouvé des obstacles dans leur mouvement.

Structure rubanée.

On trouve encore des traces des phénomènes d'éruption dans la structure bréchiforme qu'affecte souvent le porphyre, et dans sa liaison avec des conglomérats porphyritiques.

Structure bréchiforme.



Passage aux conglomérats.

J'ai déjà mentionné le conglomérat porphyritique auquel s'adosse le porphyre rouge au N. du port d'Agay.

En remontant, à partir de Fréjus, la vallée du Reyran, on rencontre, à quelque distance de la ville, un conglomérat porphyritique, qui se change bientôt en un porphyre bréchiforme, lequel, un peu plus haut, passe à un porphyre rouge quartzifère de couleur violacée, presque compacte, et contenant seulement un petit nombre de cristaux de feldspath et de grains de quartz.

Près de la maison dite *les Darboussières*, située entre Fréjus et l'Esterel, on observe un porphyre rouge quartzifère, qui repose sur un conglomérat porphyritique composé de fragments de porphyre enveloppés de menus débris de la même roche. Ce conglomérat s'appuie lui-même sur un grès rougeâtre qui, dans sa partie supérieure, prend une couleur verte assez prononcée.

Passage des conglomérats au grès bigarré.

En descendant de l'Esterel au pont de l'Argentière, sur la route de Fréjus à Antibes, on voit dans le même grès rougeâtre une faille remplie par une brèche porphyrique assez compacte, passant à un porphyre bréchiforme dont l'origine éruptive ressort de la circonstance même de son gisement en forme de filon.

Ce grès rougeâtre, qui forme ici différents lambeaux sur la surface du gneiss, est lui-même assez grossier, et semble formé d'éléments porphyriques. Saussure avait déjà remarqué qu'en montant de Minelle (poste de la Napoule) vers l'Esterel, on trouve des grès rougeâtres mêlés de taches vertes, et que ces grès sont composés si exclusivement de sable porphyrique et de débris de porphyre, que l'on a de la peine à décider si ce n'est pas un porphyre tendre, qui tombe en décomposition [1].

Le grès dont il s'agit se compose, en effet, de grains de quartz, de fragments de cristaux de feldspath plus ou moins gros et plus ou moins décomposés, réunis par un ciment argileux qui est dû au même feldspath, complétement décomposé. La couleur est rougeâtre, bleuâtre ou marbrée de ces deux nuances. Un petit nombre de paillettes de mica y sont disséminées. Le grain de cette roche devient quelquefois assez fin.

Ce système de grès enveloppe généralement la base des montagnes porphyriques, et on voit des masses porphyriques, sans doute les dernières qui soient venues au jour, le recouvrir ou s'y enchevêtrer d'une manière com-

[1] Saussure, *Voyages*, § 1432.

pliquée : circonstance qui permet de conclure que les masses de porphyre les plus proéminentes de l'Esterel sont d'une origine postérieure aux grès rougeâtres (grès bigarré), qu'elles percent et sur lesquels elles s'étendent en divers endroits.

Porphyres qui traversent le grès bigarré

La route qui descend de l'Esterel à Fréjus est tracée, dans la plus grande partie de sa longueur, sur un grès à grains fins, schisteux, rougeâtre ou gris, en couches inclinées de quelques degrés vers le S.; et tout le terrain entre Saint-Raphaël et le port d'Agay est formé par un grès schistoïde d'un rouge amarante plus ou moins foncé, souvent bariolé de gris bleuâtre. Ce grès, qui contient, en quelques points, de petites couches d'un calcaire gris cristallin, est percé et recouvert çà et là par les porphyres, ainsi qu'il a été dit ci-dessus. Il est, en outre, traversé par des filons de mélaphyre, sur lesquels nous reviendrons plus loin.

Fragments de grès bigarré empâtés dans le porphyre.

Ces déductions sont confirmées par une observation de M. Coquand, qui, dans la commune de Montauroux, au N. O. de Fréjus, a recueilli des échantillons de porphyre empâtant des fragments de grès bigarré, auquel la chaleur avait fait subir des transformations particulières[1].

Les éruptions de porphyre ont eu lieu successivement pendant la période du grès bigarré. Certaines éruptions de porphyre sont contemporaines de certaines couches de grès.

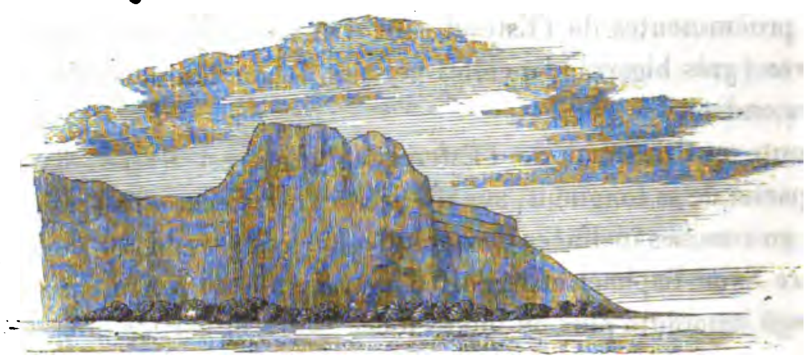
Les grès dont nous parlons n'en sont pas moins postérieurs à d'autres porphyres semblables, auxquels ils doivent, comme on l'a vu précédemment, une partie de leurs éléments. Seulement il résulte de cette réunion de circonstances que les éruptions porphyriques ont eu lieu successivement pendant la période de la formation du grès bigarré, et que certaines couches de grès doivent être contemporaines de certaines masses de porphyre.

Cette relation se manifeste surtout, avec la plus grande évidence, à Roquebrune.

Le village de Roquebrune, dont nous avons déjà fait mention, doit son nom aux rochers d'un brun rougeâtre au pied desquels il est situé. Ces rochers, quoique situés au midi de la rivière d'Argens, présentent encore, comme le montre le diagramme ci-après, le caractère anfractueux des crêtes de l'Esterel et du cap Roux; ce qui forme une exception et un contraste remarquables, car toutes les montagnes et les collines du groupe des Maures ont généralement des contours arrondis.

[1] Coquand, *Cours de géologie*, pag. 97.

Fig. 10.



La montagne de Roquebrune, vue de la mer à l'entrée du golfe de Fréjus.

Montagne de Roquebrune : elle révèle l'origine du grès bigarré.

Ces rochers, dont le diagramme ci-dessus peut donner une idée assez exacte, sont dus à une série de phénomènes dans lesquels se dévoile le mécanisme de l'origine du grès bigarré. M. de Buch, avec qui nous avons visité cette localité, en 1826, M. Fénéon et moi, la signala à notre attention, et M. Fénéon a depuis longtemps consigné nos observations dans ses leçons de géologie[1]. Le porphyre et le grès bigarré se lient entre eux par l'intermédiaire d'un conglomérat très-grossier, qui, étant en même temps très-solide, forme la montagne dentelée de Roquebrune.

Le diagramme ci-dessous exprime les relations et les passages de ces rochers.

Fig. 11.



Profil de la montagne de Roquebrune.

G. Gneiss.
P. Porphyre rouge quartzifère.
C. Conglomérat.
g. b. Grès bigarré.

[1] Fénéon, *Cours de géologie professé à l'école des mineurs de Saint-Étienne*, pag. 56. (Lithographié en 1831.)

En G. se montre le gneiss qui constitue le bord du massif des Maures, dans l'intérieur duquel il se lie et se mélange fréquemment au granite.

En P. se trouve un porphyre quartzifère d'un rouge amarante, souvent assez pâle, presque compacte, ne contenant qu'un petit nombre de grains de quartz et de cristaux de feldspath. Ce porphyre s'observe particulièrement près de Valaye, au pied méridional des rochers de Roquebrune. Il est très-dur, mais extrêmement fendillé, ce qui l'empêche de former des rochers saillants. Il occupe une zone qui se dessine en blanc sur la surface du terrain, et qui paraît se diriger presque exactement de l'O. à l'E., de manière que son prolongement passerait à peu près par les collines porphyriques d'Agay et de Boulouris.

Structure de la montagne de Roquebrune.

A une petite distance de l'affleurement du porphyre, on observe en place un conglomérat peu solide, C., qui ne forme pas non plus de rochers.

Ce conglomérat est composé de débris porphyriques et granitiques, au milieu desquels sont empâtés des fragments de granite rougeâtre. Il s'étend jusqu'au pied des rochers de Roquebrune. Ces rochers sont eux-mêmes formés par un conglomérat porphyritique et granitique très-grossier, mais très-dur, étendu en grosses couches, plongeant légèrement vers le N. et traversé par des fentes verticales qui, en quelques points, sont assez régulièrement disposées pour le diviser en prismes parfois assez réguliers, comme l'indique la figure ci-dessus.

Conglomérat de granite et de porphyre.

Les fragments de granite et de porphyre que renferme ce conglomérat varient de grosseur, depuis le volume d'un grain de sable jusqu'à près d'un mètre de diamètre.

Ceux de granite présentent plusieurs variétés de cette roche. Le feldspath y est généralement rougeâtre, et le mica y est vert par un commencement de décomposition. Le grain y est variable, et le granite est quelquefois porphyroïde.

Les fragments de porphyre quartzifère appartiennent aux variétés les plus ordinaires.

Les angles de tous ces fragments sont, en général, plus ou moins arrondis, ce qui annonce qu'ils ont frotté les uns contre les autres. Les plus gros sont enveloppés par un ciment, dans la composition duquel entrent les plus petits, cimentés eux-mêmes par un agrégat composé des éléments triturés du granite et du porphyre. Ces éléments, plus ou moins ressoudés

ensemble, constituent une roche qui, au premier abord, ressemble à un granite porphyroïde : il faut de l'attention pour l'en distinguer. C'est, pour ainsi dire, un granite régénéré.

La solidité de ce conglomérat est due, suivant toute apparence, à une cause fort analogue à celle qui a produit la cristallisation du granite lui-même, c'est-à-dire à une demi-fusion résultant de l'action de la chaleur. Cette chaleur serait provenue des phénomènes qui ont accompagné les éruptions porphyriques, et les fentes verticales qui divisent en prismes grossiers les parties les plus solides du conglomérat seraient l'effet du retrait qui aurait accompagné le refroidissement.

Origine probable de ce conglomérat.

Il paraît aussi très-vraisemblable que les matériaux dont le conglomérat se compose ont été amenés à la surface de la terre par les éruptions porphyriques, et même par l'éruption de la masse de porphyre qu'on voit affleurer près du village, au pied méridional des rochers de Roquebrune. Lors de l'éruption de ce porphyre, les parties refroidies les premières se seraient concassées et broyées. Le porphyre, en faisant éruption, aurait traversé des masses de granite, dont il aurait poussé devant lui de nombreux débris pêle-mêle avec les débris porphyriques. En effet, le granite renfermé dans le conglomérat ressemble à quelques-unes des variétés qui, dans le massif des Maures, s'insinuent dans le gneiss, et en forment peut-être le support. Toutefois c'est le gneiss qui, vers le S., borde immédiatement l'affleurement du porphyre, de sorte que, si les fragments granitiques enveloppés dans le conglomérat n'avaient pas été amenés des profondeurs de la terre, il faudrait qu'ils eussent été charriés d'une assez grande distance, ce que rien ne conduit à supposer.

Les indices de stratification que présentent même les parties les plus grossières du conglomérat annoncent que les phénomènes éruptifs les ont vomies dans le fond d'une mer, dont les eaux les ont immédiatement agitées et étendues. Cette agitation a dû naturellement entraîner au loin une partie des menus débris, en laissant les gros près du théâtre de l'éruption.

La structure des rochers de Roquebrune est complétement d'accord avec cette supposition.

Passage du conglomérat au grès bigarré.

Les couches dont ils se composent s'inclinent légèrement, en s'avançant vers le N., et, en même temps, elles deviennent de plus en plus nombreuses et de plus en plus nettes. Elles passent par degrés à des grès rou-

geâtres (g. b.), identiques avec tous ceux des pentes de l'Esterel. Ces grès forment les escarpements par lesquels le massif de Roquebrune se termine sur la rive méridionale de l'Argens. Ils ne contiennent plus que çà et là quelques fragments peu nombreux de porphyre ou de granite, qui attestent leur liaison intime avec les conglomérats grossiers de l'escarpement méridional et de la crête culminante.

Sans être aussi déchiquetés que ceux de la crête principale, les rochers qui terminent le massif de Roquebrune, au bord de la vallée de l'Argens, offrent encore beaucoup d'anfractuosités, et même des cavernes plus ou moins étendues. On y remarque surtout la caverne de Notre-Dame-de-la-Roque, située en face du Puget. Cette grotte, qui est une cavité profondément creusée dans le grès, est l'objet d'une sorte de pèlerinage. On voit des enfants la parcourir en s'accrochant des pieds et des mains, et aller sortir dans une petite vallée qui entame le massif de la montagne.

Les couches de grès rougeâtre de l'extrémité septentrionale des rochers de Roquebrune reparaissent en face, de l'autre côté de la vallée de l'Argens, sur la route de Fréjus à Vidauban, entre Vaucouleurs et le Muy: on en observe de diverses variétés. Elles deviennent quelquefois d'un gris blanchâtre sur une certaine étendue, sans cesser de présenter les mêmes éléments. Les mêmes couches reprennent leur couleur plus loin.

On peut poursuivre ces grès sur la pente méridionale du massif porphyrique de la Colle-de-Rouit. Ils se retrouvent, en quelques points, un peu plus grossiers, et renferment alors des fragments de porphyre. Ces grès ne sont alors évidemment qu'un tuf de porphyre quartzifère stratifié par les eaux. En se prolongeant, ils se fondent complétement dans le système du grès bigarré.

Le porphyre quartzifère se montre en divers points de la ceinture des Maures.

Le porphyre quartzifère se montre dans une foule de points de la ceinture extérieure des Maures, toujours en contact avec le grès bigarré, à travers lequel il pointe sur des espaces peu étendus, qui n'ont pu être figurés sur la carte géologique. Il existe, par exemple, à Vidauban, où on le voit, particulièrement à la sortie du village, sur la grande route de Draguignan, et où il se lie intimement aux grès rougeâtres par l'intermédiaire des conglomérats. Il contient de nombreux cristaux d'un albite nacré, dont l'éclat rappelle celui de l'albite du porphyre de l'Hôte-du-Bois, dans les Vosges (voyez chap. V, pag. 385), mais dont la forme est différente.

La rivière de Daille, au confluent, près des Miquelets, coule dans le



porphyre rouge quartzifère, qui a quelquefois une structure fragmentaire.

Sur le chemin de Cuers à Hyères, à la hauteur du canton de Laugas, j'ai observé de nombreux blocs de porphyre quartzifère à pâte verte; mais je n'ai pas trouvé le porphyre en place.

Le grès bigarré forme une ceinture autour des montagnes des Maures et de l'Esterel.

Les grès dont nous venons de décrire les parties les plus rapprochées des masses porphyriques auxquelles leur origine les rattache, forment, ainsi que nous l'avons dit, la ceinture extérieure du massif des Maures et de l'Esterel. On peut les suivre sans interruption depuis les environs d'Antibes jusqu'à Toulon et à Sixfours, près du cap Sicié. Ils reposent sur toutes les roches dont les montagnes littorales se composent. Près de Cannes et de la Napoule, ils s'appuient sur le gneiss; près de la Peguière, au S. E. de Vidauban, ils s'étendent sur le granite; de Pignans à Sixfours, notamment à la Roquette et dans les environs d'Hyères, ils reposent sur les schistes; dans la vallée du Riou et dans celle de Collobrières, ils recouvrent le terrain houiller.

Composition du grès bigarré.

Les couches inférieures de ces grès, qui sont en contact avec les roches plus anciennes, sont fréquemment plus grossières que les autres. Sur la route de Cannes à Antibes, les premières couches qui s'appuient immédiatement sur le gneiss ne sont qu'un agrégat de fragments de gneiss et de quartz. A la Roquette, les couches qui reposent immédiatement sur les schistes sont formées de fragments de ces schistes grossièrement agrégés. Dans la vallée de Collobrières, les couches inférieures du grès bigarré offrent un poudingue rempli de cailloux quartzeux plus ou moins arrondis.

Les autres assises du grès bigarré ont un grain assez fin. Elles se composent de petits grains de quartz mélangés de parcelles de feldspath en décomposition, le tout réuni par un ciment argileux coloré par le fer. La couleur la plus habituelle est un rouge amarante assez foncé, bariolé de gris bleuâtre clair. Les bariolures bleuâtres ont souvent d'assez grandes dimensions. Quelquefois des couches entières présentent cette couleur, sans mélange, sur une certaine étendue; plus souvent ces bariolures sont rares et disparaissent même tout à fait. Ces grès contiennent quelques paillettes de mica disséminées; cependant elles sont plus rares que dans les grès bigarrés de l'Allemagne et des plaines de la Lorraine, ce qui n'empêche pas le grès d'être schisteux, à feuillets tantôt obliques, tantôt parallèles à la stratification. Le ciment argileux paraît offrir aussi moins de parties argileuses

qu'en Lorraine et en Allemagne ; mais ce n'est que par ces nuances de composition et par une teinte amarante plus foncée qu'il s'en distingue : il lui ressemble, du reste, complétement. La structure générale de la formation est aussi la même dans les deux pays. Dans le Var comme en Allemagne, les assises supérieures du grès bigarré sont à grains plus fins, plus argileuses et plus schisteuses que le reste. Et dans le Var, comme dans les dépressions du système du Rhin, ce sont ces parties tendres et schisteuses qui finissent par passer au muschelkalk, qui, dans le Var, recouvre aussi le grès bigarré, ainsi que nous le dirons bientôt.

Ressemblance du grès bigarré du Var avec celui de l'Allemagne et de la Lorraine.

Le grès bigarré ne présente, dans le Var, qu'un petit nombre d'accidents de composition qui méritent d'être signalés.

Accidents qu'il présente.

Quelques parties sont très-dures et propres à faire des meules. On retire des montagnes du Puget, vers le N., vis-à-vis Bagnols, de très-belles pierres meulières que l'on transporte jusqu'à Marseille[1].

Le ciment de ces parties dures est quartzeux, et ce quartz s'isole quelquefois complétement. Ainsi, près du cap de la Garonne et près de la Colle-Gramousse, on voit des couches de grès rougeâtre à peu près horizontales, entre lesquelles s'intercale, dans leur partie supérieure, une couche de silex de près d'un mètre d'épaisseur.

Couches quartzeuses.

On observe aussi, dans le grès bigarré, des couches calcaires. Aux environs de Prat-Baucous, le grès bigarré, légèrement incliné au S. et très-schisteux, renferme des veines ou de petites couches d'un calcaire grisâtre, subcristallin, à cassure esquilleuse, légèrement translucide, qui contient des rognons très-irréguliers de silex, dont la couleur passe du gris blanchâtre au rouge de cornaline. Dans ce canton, la couleur du grès est d'un rouge amarante extrêmement foncé.

Couches calcaires.

Sur les bords du ruisseau qui tombe à Arène-Grosse, on trouve, entre les couches de ce grès, des veines de baryte sulfatée ; et M. Coquand a aussi observé, en suivant le chemin qui de Saint-Raphaël conduit à la ferme des Caus, dans des argiles schisteuses dépendant du grès bigarré, des veines de baryte sulfatée lamellaire, d'une couleur rouge de chair, qui sont engagées entre les strates de la roche[2].

Veines de baryte sulfatée.

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, t. III, pag. 309.

[2] Coquand, *Bulletin de la Société géologique de France*, pag. 113.

Mouches de cuivre carbonaté.

Au cap de la Garonne, près de Toulon, on trouve, dans le grès bigarré, des mouches de cuivre carbonaté vert et bleu[1]. Elles rappellent les traces de cuivre carbonaté qui existent aussi dans le grès bigarré près de Sultz-aux-Bains (Bas-Rhin) et de Saint-Avold (Moselle).

Filon de fer oligiste.

Sur les bords de la mer, entre Agay et Boulouris, on rencontre un filon de fer oligiste, dont l'existence se rattache sans doute à celle des porphyres, et rappelle les gîtes de fer oligiste que nous avons cités dans les Vosges, à Framont, à Rothau et à Saulnot.

Disposition des couches du grès bigarré.

Les assises du grès bigarré, en s'appuyant sur les roches qui forment les montagnes des Maures et de l'Esterel, ont une tendance générale à plonger légèrement vers l'extérieur du groupe littoral, c'est-à-dire vers l'intérieur du continent. Elles affleurent principalement dans la série de dépressions qui circonscrit, depuis Antibes jusqu'à Toulon, les montagnes baignées par la mer. Cependant elles sont quelquefois affectées par des dislocations qui les inclinent fortement, et les élèvent à des hauteurs plus ou moins considérables; mais ces dislocations ne sont que la continuation de celles qui accidentent les terrains calcaires du reste de la Provence, et dont l'existence est complétement liée à la formation des montagnes alpines. Nous ne nous en occuperons pas dans ce chapitre.

Il est surmonté par le muschelkalk.

Sur tout le contour extérieur de la série de dépressions où s'observe surtout le grès bigarré, il est surmonté par une formation calcaire qui le recouvre parallèlement, et à laquelle il se lie intimement. C'est le *muschelkalk* de l'Allemagne et de la Lorraine.

Cette formation calcaire est elle-même surmontée, en différents points, par le lias et par d'autres assises du terrain jurassique, qui servent, à leur tour, de support au terrain crétacé inférieur.

Fossiles qui caractérisent cette formation.

L'existence de ces superpositions suffit déjà, à elle seule, pour faire voir que la formation calcaire dont nous parlons ne pourrait s'écarter beaucoup du muschelkalk de l'Allemagne et des plaines qui entourent les Vosges; les fossiles qu'elle contient montrent qu'elle s'y rapporte exactement, ainsi que M. Brongniart l'a annoncé depuis longtemps[2]. On y trouve, en effet, à chaque pas, la *terebratula vulgaris* et l'*encrinites liliiformis*. On y rencontre aussi l'*ammonites nodosus*, l'*avicula socialis*, le *mytilus eduliformis*, la

[1] Coquand, *Cours de géologie*, pag. 168.

[2] Alexandre Brongniart, *Tableau des terrains qui composent l'écorce du globe*, pag. 243, 1829.

lima striata, l'*ostrea complicata,* et autres coquilles bien connues comme étant exclusivement propres à la formation du muschelkalk.

Le muschelkalk de la Provence se montre au jour, non-seulement sur la lisière extérieure des montagnes des Maures et de l'Esterel, mais encore en beaucoup de points des départements du Var, des Bouches-du-Rhône et des Basses-Alpes, qui en sont plus ou moins éloignés; et il paraît former, sur une grande étendue, la base des terrains calcaires de cette partie de la France, dont il partage toutes les dislocations et toutes les altérations.

Cela nous conduit naturellement à rejeter sa description complète au chapitre XX de cet ouvrage, où nous traiterons des diverses formations, sur lesquelles se sont exercées les forces qui ont soulevé les Alpes. Nous ne donnerons ici qu'un aperçu sommaire de la manière dont il se présente sur la ceinture extérieure des montagnes littorales du Var.

Le muschelkalk s'offre ici avec des caractères très-peu différents de ceux qu'il possède dans les plaines qui entourent les Vosges et la Forêt-Noire : c'est un calcaire compacte, gris de fumée, à cassure largement conchoïde, quelquefois esquilleuse en petit. Sa teinte grise est, en certains points, assez foncée et même noirâtre, ailleurs assez claire, d'autres fois nuancée de jaune. L'intérieur des blocs offre, en quelques endroits, une teinte bleue; quelques parties présentent une couleur jaunâtre et une cassure terreuse. Les parties compactes forment, au milieu de ces dernières, de petites masses à contours irréguliers, qui affectent quelquefois une disposition grossièrement amygdalaire.

Constitution du muschelkalk.

Souvent les surfaces des couches sont formées par ces veines jaunâtres d'une cassure terreuse et d'une faible consistance. Ces parties extérieures se détruisent facilement, et la surface des veines compactes se trouve mise à découvert. On y observe souvent des moules de coquilles; on y remarque aussi de petites masses calcaires d'une forme cylindroïde aplatie et contournée, qui ressemblent un peu à ce qu'on appelle ordinairement des tiges d'alcyon, et qui sont très-habituellement répandues dans le muschelkalk des contrées rhénanes.

Quelques parties renferment une multitude immense de valves écrasées de la *terebratula vulgaris,* qui se dessinent sur les surfaces de fracture par de petits arcs d'une cassure cristalline.

Stratification du muschelkalk.

Lorsqu'il est hors de l'influence des phénomènes qui en ont transformé certaines parties en gypse et en dolomie, le muschelkalk du Var est bien stratifié. Il présente une multitude de couches de o^{m},30 à o^{m},60 d'épaisseur, dont les surfaces sont quelquefois légèrement tuberculeuses, mais régulières et parallèles dans leur ensemble.

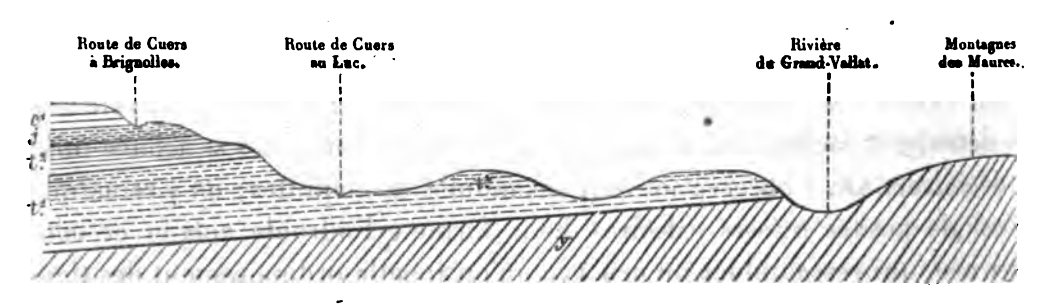
Concordance et liaison du muschelkalk et du grès bigarré.

Les couches inférieures sont plus minces, et les plus inférieures de toutes se réduisent à des plaquettes qui alternent avec de petites couches argileuses bleuâtres ou d'un rouge amarante. Ces dernières ne sont autre chose que la terminaison supérieure du grès bigarré; et c'est par les alternances qui viennent d'être mentionnées que le muschelkalk se lie à la formation du grès bigarré, sur laquelle il repose constamment à stratification concordante.

Leur disposition relativement aux montagnes de l'Esterel et des Maures.

Cette superposition peut s'observer en un grand nombre de points, depuis Cannes jusqu'à Toulon, sur le bord N. O. de la série de dépressions qui circonscrit les montagnes de l'Esterel et des Maures, et dont le grès bigarré occupe le fond. Ces dépressions sont fréquemment bordées par des coteaux ou même par des escarpements de muschelkalk, dont l'ensemble entoure le pied des montagnes comme la contrescarpe d'un rempart. C'est surtout de Toulon au Muy, en passant par Soliés, Cuers, Pignans, le Luc, etc., que cette disposition se manifeste avec une grande netteté. Le diagramme ci-dessous en donnera une idée générale.





Coupe transversale de la série de dépressions qui circonscrit les montagnes des Maures.

y Roches primitives.
t¹ Grès bigarré.
t² Muschelkalk.
j Terrain jurassique.
c¹ Terrain crétacé supérieur.

La liaison que nous venons d'indiquer entre le muschelkalk et le grès

bigarré prouve que, comme nous l'avons déjà dit plus haut, les grès qui entourent les montagnes des Maures et de l'Esterel ne peuvent pas être rapportés à une autre formation que celle du grès bigarré.

Les porphyres quartzifères du Var appartiennent, comme ceux du Tyrol, à la période du grès bigarré.

Les porphyres rouges quartzifères auxquels ces grès se lient intimement appartiennent, par conséquent, eux-mêmes, à la période du grès bigarré.

A cet égard, ils se trouvent exactement dans le même cas que les porphyres quartzifères du Tyrol, auxquels ils ressemblent en tous points; et ils diffèrent des porphyres analogues de la vallée du Nydeck et de quelques autres localités des Vosges, qui se rapportent à la période du grès rouge, ainsi que nous l'avons dit précédemment, chap. V, pag. 388.

Autres masses éruptives dans les montagnes de l'Esterel et des Maures.

Depuis que leurs bases ont été circonscrites par le dépôt du muschelkalk, les montagnes littorales du département du Var ont encore reçu quelques accroissements par l'effet de phénomènes éruptifs qui s'y sont opérés.

Elles ont été percées par des serpentines, des mélaphyres, des amygdaloïdes et des basaltes, qui y forment de petites masses isolées.

Serpentines.

Les principaux gisements de serpentine se trouvent à l'E. de l'ancienne chartreuse de la Verne, près du château de la Molle, sur les flancs de la vallée de la Madeleine, qui se joint à celle de la Molle, dont les eaux tombent dans le golfe de Grimaud.

Serpentines de la Molle.

Ces serpentines sont douces au toucher, opaques, d'un vert foncé, mouchetées de taches tantôt jaunes, tantôt noires. Elles prennent assez bien le poli et peuvent servir à faire divers ouvrages de sculpture. Elles forment plusieurs protubérances remarquables par leur couleur d'un vert sombre. La carrière principale est adossée à la montagne de Corbières sur son penchant méridional. Elle est renfermée dans la terre de la Molle, dont l'ancien propriétaire, M. Boyer de Fonscolombe, avait fait, dit Darluc, avec cette pierre, des cheminées et des tables qui ont très-bien pris le poli. On s'en sert dans tous les environs, où elle est connue sous le nom de *peiro bluro* (pierre bleue), et les colonnes mêmes de l'église de la Chartreuse en ont été construites. Elle fait un fort joli effet aux portes d'entrée et aux fenêtres des maisons; celles de quelque apparence, à Saint-Tropez, en sont généralement bâties. Elle est reconnaissable aux petites taches blanchâtres et talqueuses qui lui ont fait donner le nom de *colubrine*[1]. Depuis l'époque de Darluc, on a aussi donné à la *serpentine* le nom d'*ophiolithe*.

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 248.

Aux environs de la Verne et de la Molle, on rencontre les diverses productions minérales qui accompagnent d'ordinaire les gisements de serpentine. L'ancienne chartreuse de la Verne était construite avec une pierre ollaire, dure, grise, entremêlée de filets d'asbeste. La serpentine de la Molle est quelquefois remplacée par du talc[1]. On voit aussi, dans les environs, un schiste réfractaire à cassure compacte[2].

Lorsqu'on va de la Verne à la Garde-Frainet par la gorge étroite qui conduit à la Tour, on trouve, dit Darluc, des pierres avec des filaments d'asbeste, et quelques morceaux de liége de montagne[3].

Serpentine des Quarrades.

Il existe aussi une protubérance de serpentine au S. S. O. de Gassin, sur les bords de la rade de Cavalaire, dans le quartier des *Quarrades*. Ce nom, qui signifie carrière, vient d'une carrière de serpentine qu'on exploite depuis longtemps. Cette pierre reçoit très-bien le poli, et on en transporte à Saint-Tropez et jusqu'à Fréjus. On la nomme, sur les lieux, *peiro bluro* (pierre bleue)[4]. D'après M. Pontier, on y trouve des veines d'asbeste.

M. Pontier avait recueilli, dès 1787, aux Quarrades, des échantillons d'une substance dont Vauquelin a fait, depuis, l'analyse, et qu'il a reconnue pour une nouvelle espèce minérale, le *fer chromé*. M. Pontier a découvert, depuis, en 1801, le véritable gisement de ce minerai. Il forme, dans la serpentine des Quarrades, des rognons irréguliers dont le volume atteint quelquefois un demi-mètre cube[5]. On a tenté de l'exploiter comme minerai de chrome.

Feu chromé.

Les serpentines des Maures sont probablement contemporaines de celles des Vosges et du Limousin.

Les serpentines des montagnes des Maures rappellent naturellement celles de la Corse, de la rivière de Gênes et des Alpes occidentales; cependant, par la petitesse de leurs masses et par l'absence de l'euphotide, elles ressemblent plutôt aux mamelons de serpentine de la partie S. O. des Vosges et à celles du Limousin, qui se sont fait jour comme elles à travers les schistes cristallins du terrain primitif.

Ce dernier rapprochement tendrait à les faire regarder comme plus anciennes que le terrain jurassique.

Mélaphyres.

Les mélaphyres s'observent sur la pente septentrionale de l'Esterel, entre la maison de poste de l'Esterel et le village des Adrets. On les ren-

[1] Coquand, *Cours de géologie*, pag. 37.

[2] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 262.

[3] *Id.*, *ibid.*, tom. III, pag. 263.

[4] *Id.*, *ibid.*, tom. III, pag. 274.

[5] Pontier, *Journal des mines*, t. XI, p. 97.

contre aussi sur la route qui descend vers la Napoule; et, sur la pente méridionale, en approchant de Fréjus, on observe des amygdaloïdes qui font probablement partie du même système. Les mélaphyres se présentent encore à Notre-Dame-de-la-Garde, près d'Antibes; à Biot, au N. O. d'Antibes, et sur la côte entre la rade de Toulon et la presqu'île de Giens.

Près de la maison de poste de l'Esterel, on voit un filon de mélaphyre ou porphyre pyroxénique, qui serait parfaitement caractérisé s'il n'était pas assez grenu pour mériter aussi le nom de dolérite. Il est d'un vert bouteille très-foncé. Quoique le grain n'en soit pas très-gros, on y distingue facilement des cristaux, imparfaitement terminés, d'un pyroxène d'un vert sombre. Ils sont enveloppés dans une masse lamelleuse, qui paraît d'un vert sale, peut-être par un simple effet de transparence, et qui est composée du *labrador* le mieux prononcé. On y remarque en foule les tranches effilées, parallèles à la face P., des cristaux hémitropes de labrador, présentant, malgré leur peu de largeur, plusieurs bandes à reflets discordants. On y observe aussi les clivages uniformes parallèles à la face M., plus larges, moins brillants, mais souvent un peu chatoyants.

Le même mélaphyre se montre aussi au jour, au milieu des micaschistes, entre l'Esterel et les Adrets. Il se décompose fréquemment en boules.

Sur la route qui descend de l'Esterel vers la Napoule, avant d'atteindre le torrent qui vient de la montagne de Montuby, on voit dans le gneiss plusieurs filons de mélaphyre, les uns parallèles, les autres transversaux, par rapport aux feuillets de la roche encaissante. Ce mélaphyre est à grain plus fin et beaucoup moins distinct que celui qui vient d'être décrit. De plus, toutes les parties voisines de la surface offrent des traces de décomposition. Il renferme de nombreux globules formés, en partie, de chaux carbonatée lamelleuse, et, en partie, d'une terre verte analogue à celle de Vérone. Il a, par conséquent, la structure amygdaloïde, et rappelle complétement les amygdaloïdes du département de l'Isère, connues sous le nom de variolithes du Drac. Il ressemble aussi aux parties amygdaloïdes des mélaphyres du Tyrol.

Ils passent à la structure amygdaloïde.

Le mélaphyre, le plus souvent sous forme amygdaloïde, ou à l'état de variolithe ou de spilithe, existe aussi en différents points du versant méridional de l'Esterel.

On l'observe, par exemple, dans la vallée qui descend de Voissiene vers le port d'Agay. Il renferme un grand nombre de globules calcaires dont les formes sont souvent très-contournées, et qui laissent, en se décomposant, des cavités allongées, ramifiées, contournées, analogues à celles des laves qui se sont refroidies en coulant.

A Agay et à Boulouris, les spilithes constituent, d'après M. Coquand, des roches porphyriques ferrugineuses, boursouflées et scorifiées, et, au Grand-Goudin, une roche terreuse remplie de rognons de jaspe, d'agate et de calcaire blanc très-dolomitique[1].

En remontant du S. au N., on voit, d'après M. Coquand, le trapp de Boulouris passer insensiblement aux amygdaloïdes, et présenter des noyaux plus ou moins volumineux de dolomie. Celle-ci s'y montre en masses laminaires très-brillantes, qui s'enlèvent avec la plus grande facilité et qui offrent quelques particularités curieuses de structure[2].

Amygdaloïdes du col de Grâne.

On trouve aussi le mélaphyre amygdaloïde sur le penchant de l'Esterel qui regarde Fréjus. La colline de Grâne ou col de Grâne, à une lieue au N. de Fréjus, sur le chemin qui conduit aux recherches de houille de la vallée du Reyran, est composée d'une amygdaloïde dont les cavités contiennent des agates de diverses variétés de couleurs. On y recueille des chrysoprases, des saphirines, des onyx, des sardoines, des cornalines, ainsi que des cristaux d'améthyste et divers autres minéraux cristallisés[3].

De Fréjus.

On rencontre aussi le mélaphyre amygdaloïde dans la vallée du Reyran, un peu au-dessus de Fréjus, et on le poursuit jusque dans les collines voisines de cette ville, où on en trouve un grand nombre de fragments réduits, par la décomposition des nodules calcaires, à une forme scoriacée qui rappelle les productions volcaniques.

Saussure, dans son voyage de 1787, avait remarqué ces amygdaloïdes aux environs de Fréjus et en différents points de l'Esterel; il les a décrites avec son exactitude ordinaire, et il les a judicieusement distinguées des produits volcaniques proprement dits. C'est tout ce qu'on pouvait faire de son temps. D'autres, moins réservés que lui, se sont complétement trompés sur la nature de ces roches.

[1] Coquand, *Cours de géologie*, pag. 99.

[2] Coquand, *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. VII, pag. 110, 1836.

[3] *Id., ibid.*, tom. VII, pag. 119.



« La ville de Fréjus est construite, dit Darluc[1], sur le cratère de quelque « volcan éteint, dont on trouve des traces jusqu'à une lieue loin, en tirant « vers le N., au bas des montagnes de l'Esterel. Les laves, les pierres souf- « flées, sont communes quand on creuse un peu profondément dans la terre; « les murs de l'amphithéâtre, des bâtiments élevés à l'entour du port, et « plusieurs de ses édifices, en ont été construits. On trouve beaucoup de ces « laves dans la vallée du Reyran, vers Bagnols et dans le terroir du Puget. « Cet événement date de si loin, que la mémoire de ces feux souterrains « s'était entièrement perdue de nos jours; et, sans quelques auteurs mo- « dernes, l'on ignorerait encore s'il y a eu des volcans dans cette contrée. « M. de Lamanon (le célèbre et infortuné naturaliste de l'expédition de la « Peyrouse), qui a visité ces lieux fort soigneusement, a découvert les traces « de ces bouches de feu dans la campagne de M. Monnier, docteur en mé- « decine, et commissaire des classes de la marine. C'est ainsi que j'en avais « jugé auparavant, en visitant ces lieux avec le propriétaire. A l'aspect des « terres brûlées, dans un fond surmonté d'un petit coteau, à peu de dis- « tance d'un marais, où l'on trouvait des fragments de laves, nous jugeâmes « que ces lieux avaient été exposés autrefois à l'action d'un feu souterrain. « M. de Lamanon, qui fit de plus grandes recherches, établit la bouche « d'un volcan éteint dans cet endroit; les terres qui l'ont comblée ne sont « autre chose que les débris des laves, ou une vraie pouzzolane qui prend « corps dans l'eau, ainsi que l'expérience l'a confirmé. Les amateurs de pa- « reils phénomènes découvriront encore quelque chose de nouveau, s'ils « examinent avec attention les lieux circonvoisins. »

Les amygdaloïdes de Fréjus ont été prises pour des roches volcaniques.

En commettant l'erreur qui vient d'être signalée, Lamanon était consé-quent avec lui-même, car il en avait déjà commis une pareille sur les amygdaloïdes du Dauphiné, dites variolithes du Drac. C'est ainsi qu'il avait cru reconnaître un volcan éteint dans la montagne de *Challiol-le-Vieil* près de Champoléon (département des Hautes-Alpes).

Les mélaphyres ont encore percé en quelques autres points du département du Var.

Mélaphyres des environs d'Antibes.

On en voit un filon environné de dolomies au midi d'Antibes, sur le chemin de Notre-Dame-de-la-Garde. Il contient de beaux cristaux d'amphibole noir.

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 318, 1786.

On voit aussi, au N. O. d'Antibes, entre Biot et Villeneuve, des collines formées par un tuf de mélaphyre qui renferme des fragments très-bien caractérisés de cette roche. Elle y est moins riche en pyroxène et plus riche en labrador qu'à l'Esterel. On y distingue quelques aiguilles d'amphibole noir. Certaines variétés rappellent, d'une manière frappante, les laves anciennes de l'Etna, celles qui forment les flancs du Val-del-Bove.

Mélaphyres de la rade de Giens.

Enfin je citerai encore les filons de mélaphyre qui s'observent sur la côte N. O. de la grande rade de Giens. Depuis la grande bastide jusqu'au cap de Carquairanne, le rivage est formé par des couches presque horizontales de grès bigarré. Ce grès est traversé par des filons à peu près verticaux de mélaphyre, qui courent dans une direction presque exactement parallèle au rivage. Le mélaphyre est un peu altéré près du contact du grès, et le grès, de son côté, est altéré et est traversé par des petits filons spathiques près du contact du mélaphyre.

Le village de la Garde, près Toulon, est bâti sur un monticule de mélaphyre.

Age probable des mélaphyres du Var.

Je suis porté à regarder tous les mélaphyres qui viennent d'être décrits comme contemporains les uns des autres et comme étant tous très-modernes. Dans notre voyage de 1826 avec M. Buch, nous avons constaté, M. Fénéon et moi, qu'ils sont plus modernes que le gneiss, le grès houiller et le porphyre quartzifère[1]. Peut-être sont-ils du même âge que les ophites des Pyrénées, et sont-ils contemporains de la transformation en dolomies de certaines parties des calcaires secondaires et tertiaires des départements du Var et des Bouches-du-Rhône.

Mamelons basaltiques.

Tout annonce qu'on doit aussi rapporter à une époque géologique très-moderne l'origine des mamelons basaltiques, accompagnés de scories, qui s'observent sur quelques collines au fond du golfe de Grimaud. L'un des plus anciennement connus est celui de Cogolen : Darluc le cite dans son Histoire naturelle de la Provence, tome III, page 270 (1786).

Le village de Cogolen est, en effet, adossé à un monticule dont le sommet présente l'affleurement d'un filon ou d'une colonne basaltique. Ce basalte est accompagné de scories et de pouzzolanes.

On trouve aussi des traces d'anciens phénomènes volcaniques en diffé-

[1] Fénéon, *Cours de géologie professé à l'école des mineurs de Saint-Étienne*, pag. 99 et 100. (Lithographié en 1831.)

rents points des vallées de la Molle et de la Madeleine, dont les eaux passent à Cogolen pour tomber dans le golfe de Grimaud. On remarque, dit Darluc, en certains endroits de ces cantons, sur les sommets des collines, sur leurs pentes, dans les vallons, tous les accidents minéralogiques qui caractérisent les volcans éteints : des bancs poreux d'apparence fondue, des pierres soufflées, une terre noirâtre, ferrugineuse, comme brûlée, sous forme de pouzzolane [1].

La montagne de la Madeleine, attenante au terroir de la Molle, offre aux naturalistes, ajoute-t-il, quantité de laves et de scories qui paraissent avoir été vomies par quelque volcan éteint depuis longtemps.

La montagne de Garavielle ou de Bandufo, attenante, au S. E., à celle de la Madeleine, présente un abîme que les paysans nomment *lou traou dei Fados,* et qui devait être fort profond; car, quoique les gardiens des troupeaux s'amusent à y jeter des pierres depuis un temps immémorial, il n'est point encore comblé : c'était apparemment un cratère. On trouve alentour des roches scoriacées, et toutes les traces d'un volcan éteint [2].

Le mont Faucon, dépendance de Bandufo et de la Madeleine, offre aussi beaucoup de basaltes scoriacés avec séridot, qui indiquent l'existence de quelque évent volcanique. Ces roches ignées sont de couleur brune presque noire, très-dures et fort pesantes, difficiles à tailler. Toutes les fenêtres des maisons en étaient cependant construites anciennement; le seuil des portes, également [3]. D'après M. Pontier, le mamelon volcanique de Montfaucon est assis sur une carrière de serpentine [4].

Ces évents volcaniques, qui, sans doute, n'ont été qu'éphémères, et qui sont tous très-petits, ont beaucoup de rapport avec ceux qu'on connaît près d'Ollioules, de Rogier et de Beaulieu, dans les parties calcaires de la Provence.

Ils paraissent avoir des relations de position très-intimes avec les failles qui ont accidenté le sol de la Provence à des époques géologiques modernes, et qui en ont produit les reliefs principaux. De même que les mélaphyres, ils ne jouent qu'un rôle parasite dans les montagnes des

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. I, pag. 1, 1782, et tom. III, pag. 263, 1786.

[2] *Id., ibid.*, tom. III, page 269.

[3] *Id., ibid.*, tom. III, pag. 270.

[4] Pontier, *Journal des mines*, t. IX, p. 483.

Maures et de l'Esterel, dont les éléments et même les formes ont généralement une origine antérieure au dépôt du muschelkalk.

Nous aurons cependant à revenir, dans le chapitre XX, sur certains points de la configuration des Maures et de l'Esterel, qui se rattachent aux grands traits du sol de la Provence, et qui paraissent dus, comme eux, à des commotions très-modernes.

CHAPITRE VII.

DU TERRAIN HOUILLER. — SA RÉPARTITION SUR LE TERRITOIRE DU ROYAUME. — DESCRIPTION SUCCINCTE DES DIFFÉRENTS BASSINS QU'IL CONSTITUE.

Le terrain houiller appartient à cette série de terrains sédimentaires qu'on appelle terrains de transition; il en forme l'assise supérieure. Pendant longtemps il a été séparé de ces formations, et on l'associait alors aux terrains secondaires, dont il était la partie la plus ancienne. Les contournements nombreux que présentent, dans toute la France, et surtout dans le N., les couches du terrain houiller; la nature des débris organiques que l'on y observe, et le genre de liaison que ces deux circonstances établissent entre lui et les terrains plus anciens, motivent suffisamment la classification actuellement adoptée. Du reste, quel que soit celui des deux ordres de formations auquel on associe le terrain houiller, sa place relative est toujours la même : il succède immédiatement aux dépôts de transition, et, quand la série des terrains est complète, il est recouvert par toutes les formations secondaires.

D'après ces principes généraux, qui n'admettent aucune exception, on ne doit s'attendre à trouver le terrain houiller que sur la limite des terrains anciens; c'est là sa véritable position : mais il n'y forme pas une zone continue, et on le voit seulement affleurer de distance en distance. L'oubli de ces principes a fait, à différentes époques, commettre de graves erreurs, notamment aux environs de Paris, où l'on a recherché la houille, présumant qu'elle y existait immédiatement au-dessous de la craie, comme cela a lieu à Anzin, près Valenciennes. Dans cette circonstance, on s'est laissé guider par une fausse analogie, tandis que le principe que l'on vient d'énoncer aurait montré combien il y avait peu de probabilité pour que ces tentatives fussent couronnées de succès.

Près de Valenciennes, il est vrai, le terrain houiller se trouve immédiatement au-dessous du terrain crétacé; mais il y est lié à l'existence du terrain de transition de la Belgique, qui affleure de tous côtés et qui se prolonge presque jusqu'aux portes de Valenciennes. C'est cette analogie, en rapport avec les lois de la géologie, qu'il fallait consulter, et non pas celle qui résulte de la présence de la houille au-dessous de la craie à Valenciennes. Cette

dernière circonstance est accidentelle; elle tient à ce que le terrain crétacé s'avance plus loin sur les schistes de transition que les calcaires du Jura, qui forment un intermédiaire habituel entre la craie et la formation carbonifère. Mais, si ces calcaires ont été, pour ainsi dire, dépassés par la craie, s'ils manquent près de Valenciennes, c'est une exception locale; ils n'en existent pas moins dans le bassin de Paris. La carte géologique montre, en effet, qu'ils émergent partout de dessous le grès vert, et qu'ils forment une ceinture générale autour de Paris. C'est donc seulement au-dessous des calcaires du Jura, dont l'épaisseur est considérable, qu'il y aurait espérance de trouver le terrain houiller, si par hasard ce terrain existe sous le sol du bassin de Paris.

D'après le principe que nous venons d'énoncer, les bassins houillers doivent donc être placés spécialement sur les pentes des différents groupes de montagnes anciennes, et former une zone qui marque le commencement des terrains secondaires. Ils peuvent, en outre, se rencontrer sur la surface même des terrains anciens. Cette dernière position des bassins houillers n'est pas en contradiction avec le principe général que nous avons mentionné plus haut; elle dépend du relief que ces terrains avaient lorsque le dépôt houiller a eu lieu, ou des mouvements que le sol ancien a éprouvés depuis cette époque. Mais alors le terrain houiller est à la surface du sol; on ne peut nullement présumer son existence, et l'inspection seule des lieux peut l'indiquer.

Répartition du terrain houiller sur la surface de la France.

La répartition des bassins houillers sur la surface de la France est donc intimement liée avec la configuration des cinq groupes de montagnes anciennes que nous avons fait connaître dans les chapitres précédents, et qui constituent le plateau granitique du Limousin et de l'Auvergne, le sol ondulé de la Bretagne, celui des Ardennes, le noyau de la chaîne des Vosges, celui des montagnes des Maures sur le littoral du département du Var et certaines parties des Pyrénées. Ce premier aperçu montre déjà combien la richesse houillère est irrégulièrement distribuée sur notre territoire, où les dépôts secondaires et tertiaires occupent une si vaste surface. L'absence presque complète de houille sur les pentes des Pyrénées et des Alpes, et le petit nombre d'exploitations qui se rattachent au système de la Bretagne et des Vosges, rendent encore plus irrégulière, chez nous, la répartition de ce premier mobile de l'industrie moderne.

La plupart des gisements houillers sont groupés autour des montagnes anciennes du centre de la France; ils se trouvent renfermés dans une espèce

de triangle irrégulier, dont la base ferait face à l'E. et s'étendrait d'Alais à Autun, et dont le sommet serait situé au point de jonction des départements du Lot, du Cantal et de la Corrèze. Les gisements qui avoisinent la base de ce triangle, tels que ceux du Creusot dans le département de Saône-et-Loire, de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier dans la Loire, d'Alais et de Saint-Ambroix dans le Gard, sont considérables. Ils ont l'avantage d'être placés près de canaux, de fleuves ou de rivières navigables, qui leur permettent de répandre leurs richesses à de grandes distances. Mais presque tous les autres gisements de l'intérieur de la France, dispersés dans des pays montueux et d'un accès difficile, ne peuvent écouler leurs produits avec facilité, à raison du prix des transports : leur exploitation se bornera toujours à la consommation locale, qui pourra, à la vérité, augmenter par laconstruction d'usines dans leur proximité.

Sans les mines de Valenciennes, qui se rattachent à celles de la Belgique, et, par suite, au système de montagnes des Ardennes, le N. de la France serait entièrement privé de houille. Mais ce gisement important offre de grandes ressources, et il a produit, dans cette partie de la France, une agglomération industrielle comparable à ce qui s'observe sur les riches terrains houillers de l'Angleterre. Sur 38,060 manufactures, fabriques et usines qui existent en France, 3,000, c'est-à-dire un douzième, sont établies à proximité des murs de Valenciennes; sans compter que l'industrie du sucre indigène y avait concentré les deux tiers de ses ateliers.

Répartition du terrain houiller en Angleterre.

Nous ne pouvons nous empêcher de faire remarquer combien l'Angleterre, si favorisée par l'abondance de ses gisements houillers, qui occupent une superficie six fois plus étendue que la surface des terrains houillers en France[1], l'est également sous le rapport de leur répartition. En effet, le

[1] Pour mettre à même d'apprécier cette différence, nous donnons dans cette note la superficie des différents bassins houillers de la France et de l'Angleterre, évaluée en hectares. Nous avons adopté, pour la France, la surface des terrains houillers concédés ou non concédés, telle qu'elle est indiquée dans le compte rendu des travaux des ingénieurs des mines pendant l'année 1840, publié par l'administration. La superficie des terrains houillers anglais a été relevée sur la *Carte géologique de l'Angleterre* par M. Greenough.

Superficie des différents bassins houillers de France.

(On n'a pas compris dans cette évaluation les combustibles des marnes irisées, du calcaire du Jura, ni des terrains tertiaires.)

DÉPARTEMENTS.	Hectares.
Loire (Saint-Étienne, Rive-de-Gier)....	20,899



grand bassin houiller situé au S. de l'Écosse, qui occupe une grande partie de l'espace compris entre Édimbourg, Glascow et Dumbarton, aboutit aux deux mers. Ceux de Newcastle et de Durham touchent à la mer du Nord. Le littoral de l'O. offre les gisements de Whitehaven dans le Cumberland, de Liverpool, de Chester, de l'île d'Anglesea, et ceux d'Haverford et de Merthyr-Tydvil dans le pays de Galles. Enfin les bassins houillers situés au centre de l'Angleterre, tels que ceux de Derby, de Sheffield, de Birmingham et de Dudley, sont traversés par des canaux qui leur permettent d'exporter leurs produits jusqu'à Londres.

DÉPARTEMENTS.	Hectares.
REPORT....	20,899
Rhône (Sainte-Foy, l'Argentière).....	1,794
Ardèche (Prades, Nièglès)..........	7,252
Gard (Alais, Saint-Ambroix)........	26,888
Var (Fréjus).....................	1,756
Hérault (Saint-Gervais, le Bosquet)...	15,229
Aude (Durban, Ségur).............	1,759
Tarn (Carmaux).................	8,800
Aveyron (Aubin, Rhodez)...........	6,639
Lot (Figeac).....................	60
Dordogne (Lardin, Cublac)..........	1,564
Vendée, Deux-Sèvres (Faymoreau et Vouvant)......................	1,532
Allier (Fins, Commentry, Bert)......	7,369
Puy-de-Dôme (Saint-Éloy, Bourg-Lastic).	3,801
Corrèze (Argentat, Lapleau).........	5,430
Creuse (Bourganeuf, Ahun)........	3,151
Cantal (Champagnac).............	303
Haute-Loire (Brassac, Longeac)......	2,550
Nièvre (Decise)..................	8,010
Saône-et-Loire (Creusot, Blanzy, Épinac).	42,798
Haute-Saône (Ronchamps)..........	3,365
Haut-Rhin (Saint-Hippolyte, Hury)...	2,600
Bas-Rhin (Villé).................	1,149
Moselle (Forbach)................	2,679
Finistère (Quimper)..............	735
Mayenne (Saint-Pierre-la-Cour)......	1,539
Calvados et Manche (Littry, le Plessy).	16,347
Nord (Valenciennes, Condé)........	49,248
Pas-de-Calais (Hardinghen).........	4,795
Loire-Inférieure et Maine-et-Loire (Nort, Mouzeil, Mont-Jean, Layon et Loire).	29,030
	280,071

Le charbon exploité dans les départements de la Loire-Inférieure et de Maine-et-Loire est de l'anthracite associé au terrain de transition de la Bretagne. Nous l'avons réuni à la richesse houillère de la France, pour nous conformer à la classification adoptée par l'administration générale des mines, dans le compte rendu des travaux des ingénieurs des mines.

Superficie des principaux gisements de terrain houiller de l'Angleterre et de l'Écosse.

(Ceux de l'Irlande sont moins connus, et la houille est généralement moins bonne.)

ANGLETERRE.	Hectares.
Northumberland et Durham (Newcastle)	445,000
Cumberland......................	20,640
Westmoreland....................	10,195
Derbyshire......................	277,325
Cheshire et Lancashire............	151,000
Flintshire.......................	9,950
Glamorgan (pays de Galles)........	225,750
Glocestershire...................	3,870
Staffordshire (Birmingham, Dudley)..	5,665
ÉCOSSE.	
Grand bassin des environs d'Édimbourg et de Glascow..................	396,546
Petit bassin au S. de l'Écosse, se rattachant au bassin du Northumberland, situé sur les bords de la mer entre Dumfries et Jedburgh...........	25,900
	1,572,641

Comparaison entre les terrains houillers de la France et des autres parties de l'Europe.

La Belgique est presque aussi bien partagée que l'Angleterre, relativement à sa richesse en houille. La surface que le terrain houiller y recouvre est d'un vingt-quatrième de sa superficie totale[1], tandis qu'en Angleterre elle est d'un vingtième, et qu'en France la proportion de ce terrain est seulement d'un deux-centième. Il est vrai de dire cependant que quatre des principaux bassins houillers de l'intérieur de la France forment un ensemble de terrains houillers aussi étendu que tout le sol carbonifère de la Belgique.

L'Angleterre, la France et la Belgique sont de beaucoup, des diverses contrées de l'Europe, les plus favorisées sous le rapport de la richesse houillère; et il est facile de se convaincre de cette vérité importante, en jetant un coup d'œil sur la carte géologique d'Europe.

La région du S. est la plus mal partagée : l'Italie, la Grèce et la Turquie européenne paraissent, jusqu'à présent, très-pauvres en gisements houillers.

La région de l'E. et du N. O. n'est guère mieux pourvue. Le Danemarck, la Norwége et la Suède ne présentent pas de terrains houillers proprement dits. La Russie d'Europe n'en possède que quelques lambeaux clair-semés et d'une exploitation jusqu'ici peu profitable, excepté peut-être vers la partie méridionale, près de Toula et sur les bords du Donetz.

L'Europe centrale n'offre que des ressources modiques. Le Wurtemberg, la Bavière, l'Autriche, la Hongrie, la Moravie, le Tyrol, la Styrie et l'Illyrie, quoique peut-être non absolument privés de houille, n'en possèdent, du moins, qu'une très-faible quantité.

La Bohême est dans une situation un peu meilleure : ses mines de houille, longtemps négligées, commencent à donner lieu à une extraction

[1] La superficie de la France continentale est d'environ 53,000,000 d'hectares, et celle des terrains houillers est de 280,071.

La superficie du royaume-uni de la Grande-Bretagne est de 31,000,000 d'hectares, et celle des terrains houillers est de 1,572,641.

La surface totale des terrains houillers de la Belgique et des environs d'Aix-la-Chapelle (Mons, Charleroi, Liége, Eschweiler) est de 135,000 hectares. Cette surface est inférieure à celle des bassins de la Loire, du Creusot et de Blanzy, de Valenciennes et d'Alais, formant ensemble, ainsi qu'on peut le voir, une surface d'environ 140,000 hectares. Les couches houillères de la Belgique ont été, en beaucoup de points, repliées en forme de Z par les commotions qu'elles ont éprouvées dans les révolutions du globe, de manière qu'il y a tel point des environs de Liége ou de Mons où la même couche peut être traversée deux ou trois fois par un même puits. La superficie totale de la Belgique est d'environ 3,300,000 hectares.

de quelque importance; on l'évalue à deux millions et demi de quintaux. La Saxe et la Pologne offrent aussi quelques gisements, dont l'exploitation a pris une certaine activité. Mais, de tous les États de l'Allemagne, les possessions prussiennes sont celles qui, à raison de la diversité et de la répartition des gisements, semblent devoir tirer le parti le plus avantageux de cette nature de propriété; et l'extraction de la houille, dans la monarchie prussienne, s'élève environ à dix millions de quintaux métriques.

Nous avons omis, dans cette énumération, de citer le Portugal et l'Espagne, où il existe des amas assez considérables de houille vers leurs frontières septentrionales. Ces deux royaumes dépendent de l'O. de l'Europe, et leur richesse houillère vient encore augmenter celle de cette partie, déjà si favorisée par l'abondance du terrain carbonifère de l'Angleterre, de la Belgique et de la France.

Relief du terrain houiller.

Le terrain houiller, ne recouvrant pas, en France, de très-grandes surfaces, n'imprime pas au sol de caractères particuliers; néanmoins son relief présente, en général, une multitude de collines, dont il est difficile de saisir l'ensemble : cette circonstance tient à ce que ce terrain a été soumis à de nombreuses perturbations, qui en ont relevé les couches dans différents sens. En outre, les roches des terrains houillers se décomposant facilement par les actions atmosphériques, les formes qui résultent des soulèvements qu'ils ont éprouvés à diverses époques ont été fortement altérées. Les bassins de Saint-Étienne, de l'Aveyron, d'Autun et du Creusot, nous offrent des exemples saillants de cette disposition : les collines s'y succèdent sans ordre, et de petits vallons assez évasés les découpent dans tous les sens; les grès houillers, formés de l'agglomération de galets et de grains quartzeux réunis par de l'argile, produisent, en se désagrégeant, une terre sablonneuse, mêlée de cailloux; la végétation qui la recouvre, en général peu active, annonce que le sol houiller est maigre et improductif.

Les nombreux traits de ressemblance qui existent entre la plupart des terrains houillers de la France nous apprennent qu'à l'époque de leur dépôt il a dû régner une grande uniformité dans les eaux où se sont produits ces terrains. Ils se composent, assez ordinairement, d'une assise considérable où domine le grès houiller, surmontée d'une grande épaisseur de couches composées principalement d'argile schisteuse. Leur position présente éga-

lement une identité presque complète; et, si l'on pouvait enlever les terrains secondaires qui les recouvrent en quelques points, on remarquerait bientôt qu'ils occupent des cavités plus ou moins profondes, disséminées d'une manière irrégulière sur la surface du terrain ancien. Ces différents bassins, isolés les uns des autres, n'ont aucune continuité : on voit que ce sont des dépressions du sol ancien, qui ont dû être envahies par les marécages, et dont chacune est devenue un terrain houiller.

Les poudingues qui existent presque toujours à leur partie inférieure montrent, jusqu'à l'évidence, que les terrains houillers entièrement sédimentaires ont commencé par une espèce de diluvium, fait aux dépens des roches environnantes. Souvent ces poudingues sont formés de la réunion de blocs gigantesques assez peu roulés, et qui n'ont pu être transportés de très-loin. Les terrains houillers de l'Aveyron, de Saint-Étienne et d'Épinac, offrent de beaux exemples de ces poudingues à grandes parties, et les blocs de roches anciennes, qui y sont à l'état de galets, ont fréquemment un volume de plusieurs mètres cubes. A Épinac, ce poudingue est à fragments tellement considérables, qu'un puits a été percé sur une longueur de plusieurs mètres dans l'épaisseur d'un seul galet. Le bassin houiller de Ségure, dans les Pyrénées-Orientales, offre des circonstances analogues.

Poudingues à grandes parties à la base des terrains houillers.

Ces poudingues à grandes parties sont, en général, formés des débris des roches anciennes qui entrent dans la constitution géologique de la contrée où on les observe, circonstance qui indique que les terrains houillers sont le résultat de causes locales. Ainsi, dans l'Aveyron, le poudingue est exclusivement granitique; au N. de Saint-Étienne, près de la Fouillouse et près du pont de la Madeleine, à Rive-de-Gier, il est composé principalement de fragments de gneiss, de schiste micacé et de schiste talqueux. On y trouve bien quelques fragments granitiques, mais ils y sont rares. Dans le bassin houiller de Ségure, les fragments, presque tous schisteux, sont, en outre, anguleux.

La plupart des terrains houillers de l'Angleterre, ceux de la Belgique et celui de Valenciennes, qui n'est, à proprement parler, que le prolongement du bassin de Mons, présentent une différence très-importante à signaler dans la nature des poudingues qui constituent leur partie inférieure. Ces poudingues, rarement composés de galets de plus d'un décimètre de diamètre, sont presque uniquement siliceux. Les roches du pays n'y sont

que faiblement représentées; et, dans tous les cas, elles y sont accompagnées de nombreux galets de quartz hyalin laiteux. Le *millstone grit*, qui constitue en Angleterre une assise constante à la partie inférieure des terrains houillers, est un poudingue presque entièrement siliceux. Cette différence si remarquable dans la nature des galets, qui prouve que les terrains houillers à poudingue quartzeux n'ont pas été formés, comme ceux à poudingue granitique ou schisteux, par des causes essentiellement locales, se lie presque toujours à la présence de couches plus ou moins puissantes de calcaire marin, intercalées dans leur partie inférieure.

Séparation des terrains houillers en deux classes.

D'après ces considérations, on est naturellement conduit à distinguer les terrains houillers en deux classes, lesquelles ont été déposées à la même époque géologique, mais dans des conditions essentiellement différentes.

Les uns, existant dans des bassins circonscrits, sont comparables à des lacs comblés.

Les autres, qui appartiennent à un phénomène beaucoup plus général, ont été déposés dans de grandes mers; ils portent tous les caractères des terrains pélagiens et participent à leur étendue et à leur puissance. Cette seconde classe de terrains houillers, déposée le long des côtes formées par les terrains de transition, se présente plutôt par bandes que par bassins fermés de tous côtés.

Les dépôts houillers de l'intérieur de la France sont éminemment méditerranéens. En cela, ils contrastent d'une manière importante avec les couches houillères, comparativement pélagiennes, de la Belgique et de l'Angleterre. De l'Ardenne aux montagnes du pays de Galles et de l'Écosse, s'étendaient, à cette époque, des bras de mer, dans lesquels s'est déposé le calcaire carbonifère (*mountain limestone*), qui renferme un grand nombre de restes marins, et, après eux, le terrain houiller.

Cette différence de régime des deux classes de bassins houillers dont nous venons de parler n'est pas seulement un fait des plus curieux pour la science; elle intéresse aussi, à un très-haut degré, l'avenir de l'industrie minérale, par les idées qu'elle peut suggérer relativement aux liaisons souterraines supposables entre certains bassins. En effet, en voyant le terrain houiller que recouvrent les terrains secondaires du grand bassin du N. de la France s'enfoncer au-dessous d'eux en plusieurs points de sa circonférence, notamment au Plessis (Manche), à Littry (Calvados), à Decise

(Nièvre), à Lubine (Vosges) et à Schöenecken (Moselle); en remarquant, en outre, que la houille est exploitée sous ces mêmes terrains aux environs de Valenciennes, on pourrait être tenté de croire que les affleurements que l'on connaît dans ces différentes localités sont des ramifications d'un même dépôt, qui occuperait le fond du grand bassin dont ces divers lambeaux marquent en partie les bords, ou, du moins, que ces affleurements se relieraient entre eux par des ramifications souterraines.

Mais cette idée, examinée plus à fond, n'offre qu'une très-faible probabilité, parce que, comme on le verra, les divers gîtes houillers dont il vient d'être question présentent éminemment le caractère de dépôts opérés dans des bassins fermés. Celui de Valenciennes est le seul qui, par sa liaison avec un dépôt de calcaire marin, paraisse avoir été formé dans une mer dont les rivages peuvent se prolonger quelque part au-dessous du bassin de Paris. La connaissance des anciens rivages de cette mer est un des tributs les plus importants que la géologie puisse être appelée à fournir à l'industrie française. Malheureusement les terrains récents qui, dans le N. de la France, couvrent presque partout les terrains de l'époque carbonifère, opposent de grands obstacles aux recherches qui pourraient amener la découverte de la prolongation du bassin de Valenciennes.

Nous croyons devoir le répéter, dans le cas même où les rivages de la mer dans laquelle se sont déposés les terrains houillers de la Belgique et de la Flandre existeraient au-dessous du bassin de Paris, il faudrait, presque nécessairement, avant d'arriver à la houille, traverser les formations crétacées et jurassiques dans toute leur épaisseur. En effet, quel qu'ait été le mode de dépôt des terrains houillers, qu'ils soient lacustres ou pélagiens, leur âge géologique est le même, et aucune circonstance ne saurait avoir interverti l'ordre successif des formations dans lesquelles les accidents locaux ne produisent que des lacunes, qui sont très-peu probables dans le cas dont nous parlons.

Composition des terrains houillers.

A l'exception de la présence ou de l'absence des calcaires marins, et de la différence dans la nature des poudingües, les deux classes de terrains houillers présentent une composition presque identique : ils sont formés de poudingues, de grès houillers plus ou moins fins, de grès schisteux, de schistes argilo-bitumineux, d'argiles presque toujours feuilletées, de houille, de minerai de fer, et, dans quelques circonstances, de calcaire.



Des grès.

Les grès sont toujours quartzeux, tandis que les poudingues, ainsi que nous l'avons dit, sont ordinairement composés de fragments de roches anciennes, analogues à celles qui concourent à la formation du sol de la contrée. Il existe donc une différence entre la nature des poudingues et celle des grès; mais cette différence, plutôt apparente que réelle, serait seulement dans l'état de trituration des roches anciennes qui entrent dans la composition des grès. Les éléments feldspathiques des roches primitives ont, en effet, été réduits à l'état d'argile, et les parties quartzeuses seules ont donné des grains de sable qui, par leur agglutination avec cette argile, ont formé les grès. Les argiles schisteuses, les schistes argilo-bitumineux, ont la même origine.

Les poudingues occupent ordinairement la partie la plus inférieure des terrains houillers; toutefois cette position n'est pas absolue : on en voit fréquemment quelques couches alterner avec le grès houiller. Ces poudingues sont alors composés de galets d'un petit volume.

Parmi les différentes roches que nous venons de signaler, le grès est de beaucoup la plus abondante : il présente de nombreuses variétés dans la grosseur des grains; il est fréquemment schisteux et micacé.

Les couches de houille sont indifféremment intercalées dans les assises de grès et d'argile schisteuse : dans le premier cas, presque toujours elles sont séparées du grès par des lits minces d'argile, qui en forment le toit et le mur. On ne connaît point de couches de houille au milieu des poudingues; le charbon n'y existe qu'en veinules, ou simplement même par taches.

Les empreintes végétales qui accompagnent toujours la houille suivent, dans leur dépôt, les mêmes lois que les galets : les tiges et les troncs se trouvent disséminés principalement dans les grès; les empreintes de feuilles sont presque exclusivement au milieu des schistes et des argiles associés à la houille. C'est cette circonstance qui fait que, dans les recherches de houille, on attache tant d'intérêt à la découverte d'empreintes de fougères. Ces feuilles indiquent avec certitude l'existence du terrain houiller, et elles donnent l'espérance que l'on approche de la houille.

Des argiles schisteuses.

Les argiles schisteuses passent à de véritables schistes. Elles sont presque toujours colorées en noir par du charbon disséminé d'une manière homogène dans sa masse. Quelquefois aussi elles le sont par du fer carbonaté répandu également et uniformément dans la pâte des argiles. Dans la plupart

des mines, cette substance s'est concentrée sous la forme de rognons intercalés parallèlement aux couches de schiste. Souvent ces rognons sont tellement adhérents à la roche, qu'il est difficile de les discerner; mais ils deviennent visibles par l'exposition à l'air, qui délite le schiste et les met à nu.

Le minerai de fer forme, en outre, des petites couches peu suivies au milieu des grès. Ce dernier, moins riche que le minerai en rognons, est presque toujours de qualité inférieure: en compensation, il est d'une exploitation plus facile et plus assurée. Du minerai de fer.

Les couches de houille présentent des contournements nombreux et des accidents locaux, qui tiennent, en grande partie, aux dislocations que les terrains houillers ont éprouvées postérieurement à leur dépôt. Mais ces couches ont été, pour la plupart, déposées originairement avec une grande régularité, et, quand on suit, dans tous leurs contournements, même des couches de quelques lignes de puissance seulement, elles affectent souvent, malgré cette faible épaisseur, une continuité et une homogénéité très-remarquables. De la houille.

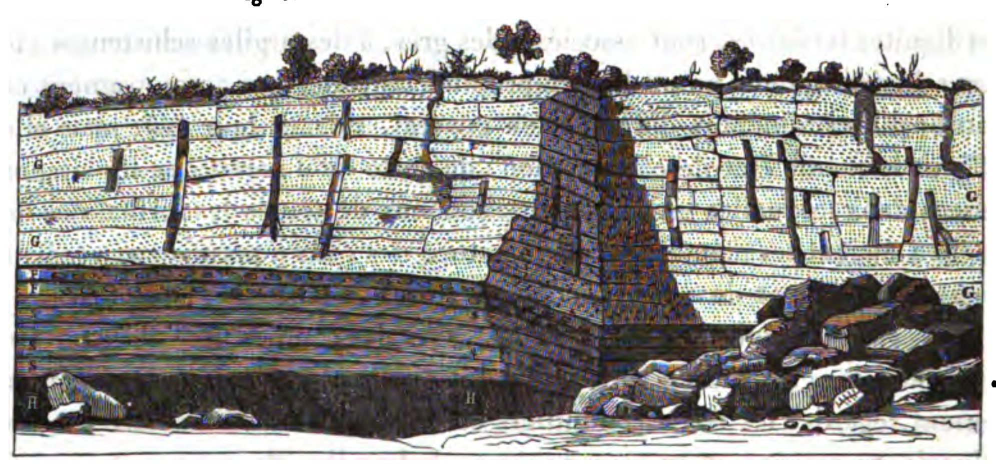
La composition simple des terrains houillers se retrouve dans tous les gisements de combustibles, et l'anthracite des terrains de transition, comme les lignites tertiaires, sont associés à des grès, à des argiles schisteuses et à des schistes argileux noirs. Les empreintes végétales qui accompagnent ces combustibles minéraux diffèrent, en général, suivant leur âge; mais elles offrent le même état de conservation : de sorte qu'il paraît que les circonstances dans lesquelles les dépôts charbonneux de toutes les formations ont eu lieu étaient les mêmes, et que la nature des eaux a permis aux végétaux de se conserver et de donner naissance à des couches de charbon.

Les galets nombreux qui entrent dans la composition des terrains houillers, les grès qui en constituent les principales couches, font généralement regarder les terrains houillers comme formés à la manière des terrains de transports; et on a supposé que la houille elle-même est, dans le plus grand nombre de cas, le produit de l'accumulation de végétaux transportés et enfouis. Cette théorie de la formation des terrains houillers, en apparence si naturelle, est loin cependant d'expliquer la plupart des phénomènes qu'ils présentent. Plusieurs observateurs en ont constaté un très-intéressant, qui semble, au contraire, prouver que les houilles se sont formées sur place à la manière des tourbières. M. Alexandre Brongniart, en particulier, en a observé un exemple dans la mine du Treuil près Saint-

Étienne. Dans cette mine, le schiste et le grès qui accompagnent la houille renferment de nombreuses empreintes végétales placées dans le sens de la stratification. Mais, en outre, il existe, à sa partie supérieure, une assise de grès schisteux micacé de 6 mètres d'épaisseur environ, traversée verticalement par un grand nombre de tiges. C'est, dit M. Brongniart[1], « une « véritable forêt fossile de végétaux monocotylédons, d'apparence de bam« bous ou de grands équisétums comme pétrifiés sur place. » La position des couches de grès presque horizontales, l'exploitation du grès par carrières, sont deux circonstances qui permettent d'observer ce phénomène singulier sur une assez grande étendue. On remarque, ainsi que la figure suivante, empruntée au Mémoire de M. Brongniart, l'indique très-bien, que les arbres fossiles traversent les différents strates dont se compose l'assise de grès. Souvent même ces surfaces de séparation sont marquées par un glissement horizontal, peu étendu il est vrai, mais suffisant pour rompre, dans plusieurs points, la continuité de ces tiges, en sorte que les parties supérieures sont comme rejetées de côté et ne font plus suite aux inférieures.

Arbres placés verticalement et traversant plusieurs couches du terrain houiller.


Fig. 1.



Disposition des arbres fossiles dans les couches de grès de la carrière du Treuil.

G. Grès en couches réitérées.
H. Houille exploitée.
F. Rognons de minerai de fer disséminés dans le schiste.
S. Schiste houiller.

La disposition singulière des arbres fossiles au milieu du grès fait natu-

[1] *Notice sur des végétaux fossiles traversant les couches du terrain houiller*, par M. Al. Brongniart, membre de l'Académie des sciences. (*Annales des mines*, 1re série, tom. VI, p. 359.)



rellement supposer qu'ils ont été enfouis sur place et sans changer de position ; mais comment ces arbres ont-ils pu croître tandis qu'il se formait un dépôt qui les enfouissait graduellement? Peut-être le sol a-t-il été soumis à un enfoncement progressif qui, en abaissant la base de ces végétaux aussitôt qu'elle était entourée par les matières charriées, les a, pour ainsi dire, fossilisés au fur et à mesure de leur croissance.

Cette circonstance, jointe à la presque impossibilité de concevoir des transports de bois assez épais pour produire, par leur décomposition, une couche de houille, nous conduit à admettre que, dans la plupart des cas, les houilles ont été formées sur place par l'enfouissement successif des végétaux qui recouvraient le sol houiller, et qui se sont succédé, suivant les phénomènes naturels de la vie, d'une manière assez analogue à ce qui se passe dans les tourbières.

Les terrains houillers diffèrent entre eux par l'épaisseur relative des couches de grès et de schiste, par la texture du grès et la grosseur de ses grains, enfin par la qualité de la houille et sa puissance. Le bassin de Saint-Étienne, par exemple, possède jusqu'à treize couches de houille, qui présentent, par leur réunion, une épaisseur de 35 mètres de houille, tandis que le bassin de Quimper n'a encore donné que des veines inexploitables. Celui de Sarrebruck, dans la Prusse rhénane, l'un des plus étendus que l'on connaisse, est également, dans beaucoup de ses parties, assez pauvre en combustible : la houille y est concentrée dans une fraction très-circonscrite de sa surface, laquelle, par compensation, est très-riche.

Rareté du minerai de fer.

Le fer carbonaté des houillères, si précieux quand il existe avec quelque abondance, est réparti dans les terrains houillers avec une grande irrégularité. En France, il y est fort rare. Le bassin de l'Aveyron est le seul qui en contienne des couches assez puissantes pour alimenter des hauts fourneaux. Le riche bassin de Saint-Étienne en recèle dans quelques points; mais les deux couches qu'on y exploite dans la mine du Treuil, les seules connues dans cette localité, sont minces et produisent un minerai peu riche.

Les grands dépôts houillers de Valenciennes, d'Alais, d'Autun et du Creusot, en sont presque entièrement dépourvus.

Les terrains houillers de l'Angleterre, qui sont en général pélagiens, se divisent presque tous en trois membres distincts; chacun d'eux recouvre des surfaces considérables, et constitue même des chaînes particulières de



montagnes. On les distingue sous les noms de *calcaire carbonifère*[1], de *millstone grit* (ou grès à meule), et de *coal-measure*, correspondant au terrain houiller proprement dit.

En France, ces divisions n'existent que dans les départements du Nord et du Pas-de-Calais, où l'on retrouve le calcaire carbonifère formant des couches à la partie inférieure de la formation houillère.

Ce calcaire est le même que le calcaire bleu de la Belgique, qui fournit la plupart des marbres de la Flandre, maintenant si en usage en France. Dans aucun autre de nos terrains houillers, le calcaire carbonifère ne se rencontre. Quant au millstone grit, il est probablement représenté par les grès inférieurs du terrain houiller : aussi il est présumable que la plupart des grès de Saint-Étienne et de l'Aveyron appartiennent à cette division des formations houillères anglaises; mais nous ne saurions indiquer les limites de cette assise, si tranchée dans le pays de Galles, et surtout dans le Derbyshire, où le millstone grit constitue une chaîne de collines parallèle à celle du calcaire carbonifère.

Les terrains houillers de la France, comparés à ceux de l'Angleterre, sont donc incomplets. L'absence du calcaire carbonifère a l'inconvénient de rendre la formation houillère moins épaisse et moins continue, sans compter que, sous le rapport de la production du fer, le calcaire carbonifère est précieux pour l'Angleterre, où il fournit la chaux, qui est un des éléments essentiels du travail des hauts fourneaux. Le *charbon*, le *minerai de fer* et la *castine* ou *fondant*, se trouvent donc réunis sur le même point. C'est à cette disposition naturelle si heureuse qu'est due la suprématie marquée des Anglais dans le travail du fer : elle ne dépend pas, comme on le dit souvent, de la supériorité des méthodes, mais bien de l'abondance et du bas prix des matières premières. Du reste, en Angleterre comme en France, les circonstances favorables que nous venons de signaler n'existent pas dans tous les bassins houillers : les mines de Newcastle, surnommées, concurremment avec celles du pays de Galles, les Indes noires (*black Indies*), à cause de leur prodigieuse richesse en houille, ne renferment que quelques rognons isolés de fer carbonaté, et les hauts fourneaux de ce comté sont

[1] Cette assise calcaire porte, en outre, les noms de *calcaire à entroques*, de *calcaire de montagne* (*mountain limestone*), et enfin de *calcaire métallifère*. C'est dans cette formation qu'existent les belles mines de plomb du Cumberland et du Derbyshire.



alimentés par des minerais tirés à grands frais du Cornouailles et du Westmoreland. Il en est résulté que les usines à fer se sont concentrées sur trois ou quatre bassins, où tous les éléments du travail du fer se trouvent réunis.

Dans les chapitres qui précèdent, consacrés exclusivement à l'étude des terrains anciens et des terrains de transition, nous nous sommes bornés à indiquer les caractères généraux de ces terrains, et à décrire avec détail quelques coupes donnant une idée générale de leur ensemble. Nous adopterons une autre marche dans l'étude des terrains houillers. L'influence immense de la houille sur l'industrie en fait rechercher les gisements avec soin, et le moindre indice qui dévoile la présence du charbon est aujourd'hui suivi d'une exploration souvent coûteuse. Cette circonstance nous engage à passer successivement en revue tous les bassins houillers connus. Les bornes de cet ouvrage ne nous permettent pas de les décrire complétement; mais nous tâcherons de faire connaître la nature des roches de chacun d'eux, l'épaisseur de la houille et la disposition générale du gîte.

Ordre de la description des terrains houillers.

Nous suivrons, dans la description de ces différents bassins, l'ordre que nous avons annoncé en parlant de la manière dont ils sont groupés.

Nous étudierons donc successivement:

1° Les terrains houillers en connexion avec les montagnes anciennes du centre de la France, ainsi que ceux déposés sur les pentes des montagnes du Var et des Pyrénées;

2° Les terrains houillers qui font partie des Vosges;

3° Les terrains houillers de la presqu'île de Bretagne;

4° Enfin les terrains houillers des départements du N. de la France, formant le prolongement de ceux de la Belgique et constituant un système particulier par son association avec des calcaires marins.

Les anthracites de la Mure, malgré leur abondance, ne peuvent être décrits avec les terrains houillers. On fera connaître leur gisement dans le chapitre consacré à la chaîne des Alpes. Nous rappellerons, en outre, que nous avons déjà donné la description des anthracites des environs d'Angers dans le chapitre relatif à la presqu'île de Bretagne.

(A.) TERRAINS HOUILLERS EN CONNEXION AVEC LES MONTAGNES ANCIENNES DU CENTRE DE LA FRANCE.

Il existe, sur le pourtour des montagnes granitiques qui occupent le



centre de la France, une série de bassins houillers plus ou moins étendus, placés, pour la plupart, dans des dépressions profondes qu'entourent les roches anciennes. Les couches houillères se relèvent sur ces roches, et vont se perdre sous les formations secondaires déposées au pied de la saillie granitique.

Outre ces dépôts houillers, en général les plus importants, on trouve des lambeaux de cette formation disséminés sur la surface du terrain granitique : les uns, sans aucune loi apparente; les autres, au contraire, disposés sur une ligne droite de plus de 60 lieues de long, qui court N. 15° E., S. 15° O., depuis Decise jusqu'à Mauriac. Un phénomène aussi remarquable ne peut être l'effet du hasard; il se lie à la constitution générale de la contrée, qui présente beaucoup d'accidents dans cette direction, et se rattache au soulèvement désigné sous le nom de système du Rhin[1]. Ces lambeaux de terrain houiller sont presque tous placés dans le fond d'une vallée haute, produite par une ride du terrain granitique. Les collines qui la surmontent sont d'un granite particulier. Les couches de terrain houiller appartenant à ces lambeaux sont beaucoup plus accidentées que celles des bassins situés sur la limite des terrains anciens et des terrains secondaires; enfin la nature du charbon est différente.

Ces caractères particuliers conduiraient à grouper entre eux ces différents bassins, alignés suivant une loi commune. Toutefois, comme ils appartiennent à l'ensemble des terrains houillers coordonnés aux montagnes anciennes de la France, nous n'en ferons pas une division spéciale.

Nous suivrons, dans la description de tous ces terrains, à peu près leur ordre géographique. Nous commencerons par le terrain houiller du département de la Loire, le plus important par le développement de ses exploitations; puis nous étudierons, de proche en proche, les bassins situés sur le pourtour des montagnes anciennes du centre de la France, en marchant d'abord vers le S., puis en retournant vers l'O. et le N. Nous rattacherons au groupe central de la France les terrains houillers de Fréjus et de l'Aude, qui en sont, en réalité, des dépendances indirectes. Par suite de cette marche, le cadre général de la description comprendra successivement les terrains houillers de la Loire, d'Alais, de Fréjus, de l'Aude, de l'Aveyron, de la Vendée, de l'Allier et des environs d'Autun. Cet ordre géographique

[1] *Recherches sur quelques-unes des révolutions du globe*, par M. Élie de Beaumont. (*Annales des sciences naturelles*, tom. XVIII, pag. 312, 1829.)

nous conduira naturellement vers les Vosges, dont les terrains houillers ont les plus grands rapports avec le bassin d'Autun. Nous traiterons ensuite des dépôts houillers de la Bretagne, de la presqu'île de Bretagne, et, enfin, du grand système carbonifère du N. de la France.

BASSIN HOUILLER DE SAINT-ÉTIENNE ET DE RIVE-DE-GIER.

Le bassin houiller de la Loire est le plus important du royaume par son étendue, sa position, l'excellence du charbon qu'il produit et le développement qu'y a pris l'exploitation. Il s'étend, du N. E. au S. O., sur une longueur de 46,250 mètres, et il occupe toute la largeur de cette zone étroite du Forez qui sépare la Loire du Rhône au point où ces deux fleuves approchent le plus l'un de l'autre, entre Saint-Rambert et Givors. Le terrain houiller traverse même la vallée du Rhône: on le retrouve dans le département de l'Isère, à Ternay et à Communay. Sa surface totale est évaluée à 27,355 hectares. Il renferme 56 mines concédées[1].

La position du bassin de la Loire lui permet d'alimenter de combustible, à la fois, Marseille, Mulhouse, Paris et Nantes; en sorte que la prospérité de l'industrie, dans plusieurs régions du royaume, est essentiellement liée au bon aménagement des mines qu'il recèle. Deux chemins de fer ont été ouverts pour exporter ses produits: le plus ancien, construit par feu M. Beaunier, inspecteur général des mines, met Saint-Étienne en communication directe avec la Loire; le second, qui réunit Saint-Étienne à Lyon, a assuré à ce riche bassin la plupart des marchés du Rhône. Depuis la construction de ces chemins de fer, le produit des mines de la Loire a plus que triplé. Il n'était, en 1820, que de 3,338,000 quintaux métriques. Il s'est élevé :

En 1836, à 8,963,591 quint. métr.
En 1837, à 10,609,601
En 1838, à 11,624,983
En 1839, à 11,842,740

Production du bassin de la Loire.

Tous les bassins houillers de la France ayant fourni 29,446,947 quintaux métriques de charbon en 1839, il en résulte que le bassin de la Loire donne, à lui seul, plus du tiers de la production totale[2].

[1] Les noms attribués à ces concessions par les ordonnances royales qui les ont instituées sont indiqués sur la carte (figure 2, p. 517).

[2] *Compte rendu des travaux des ingénieurs des mines pendant l'année 1839*, pag. 106.

Le terrain houiller de la Loire est contenu, de toutes parts, dans un bassin d'origine primitive, dont les parois sont principalement de gneiss. Cependant, à l'O. et au N. O., il est assez ordinaire que le sol houiller repose sans intermédiaire sur le granite.

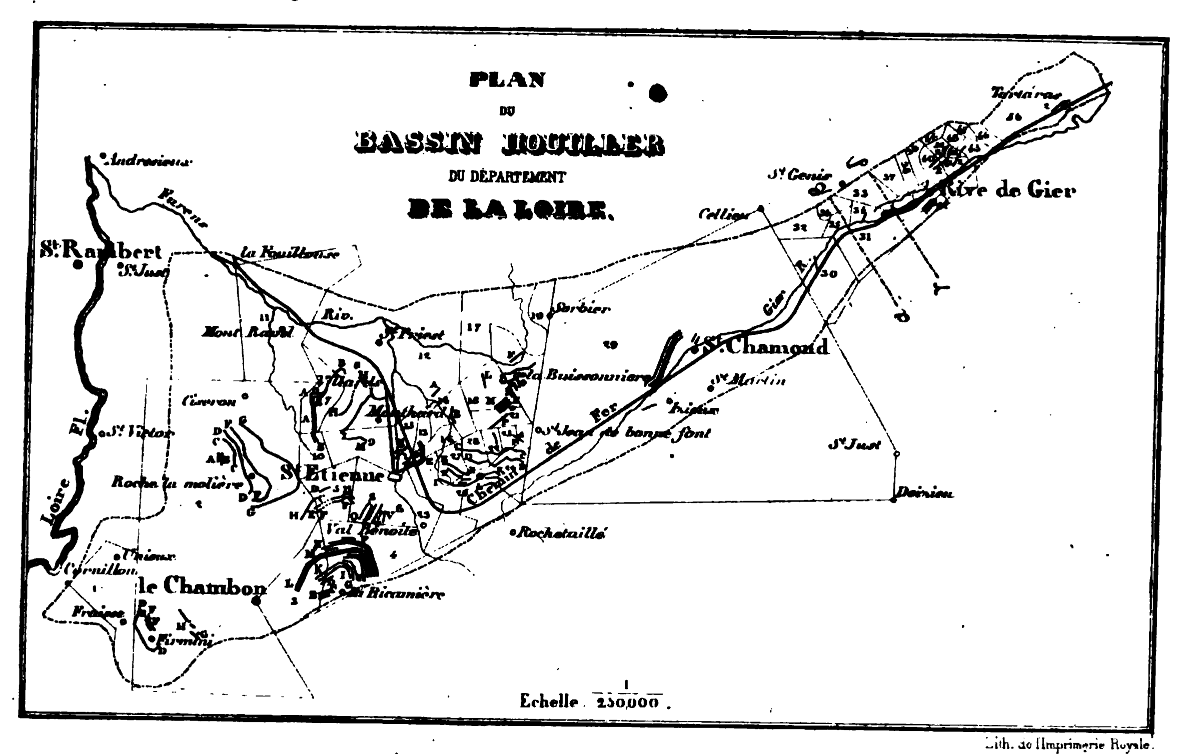
Ce bassin est fortement renflé vers l'O. sur le versant de la Loire, et sa plus grande largeur, prise dans le méridien de Roche-la-Molière, est alors de 13,000 mètres; mais ses bords se rapprochent sensiblement vers Saint-Chamond, et courent ensuite des deux côtés de la rivière de Gier. A Rive-de-Gier, la formation houillère n'a pas plus de 2,300 mètres de largeur, et à Tartaras elle est encore plus étroite.

Division du terrain houiller de la Loire en deux bassins.

Le terrain houiller de la Loire est partagé en deux parties par la ligne de faîte qui établit un point de partage entre les eaux de la Loire et celles du Rhône. Cette division naturelle a toujours fait considérer le terrain de la Loire comme composé de deux bassins distincts, désignés sous les noms de *bassin de Saint-Étienne* et de *bassin de Rive-de-Gier*. Jusqu'à l'établissement du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon, cette différence, dans le relief du sol, avait puissamment influé sur les débouchés des mines groupées autour de ces deux villes. En effet, le sol s'élève progressivement depuis Givors jusqu'un peu au delà de Saint-Chamond, et, pour passer de la vallée du Gier dans celle du Furens, où est situé Saint-Étienne, il faut traverser une petite chaîne de collines qui apporte une difficulté au transport : il en résulte que les mines de Saint-Étienne exportaient leurs produits à l'O. par la vallée de la Loire, tandis que le bassin de Rive-de-Gier alimentait exclusivement Lyon et le littoral de la Saône et du Rhône. L'établissement du chemin de fer a, pour ainsi dire, annulé, quant à ses effets, la limite entre les deux bassins dont se compose le terrain houiller de la Loire ; mais elle n'en est pas moins réelle. L'espace qui sépare le bassin de Saint-Étienne de celui de Rive-de-Gier est presque entièrement stérile en houille ; il est formé de grès grossier, qui paraît le même que celui qui se trouve au-dessous des couches de houille de Saint-Étienne, et un relèvement considérable trace la séparation de ces deux bassins. Cette disposition des couches entraîne aussi des différences dans le gisement de la houille : le nombre des couches de charbon, leur épaisseur, leur allure, et, par suite, le mode d'exploitation usité à Saint-Étienne et à Rive-de-Gier, diffèrent notablement.

La carte suivante, extraite de l'important travail de M. Beaunier sur le terrain houiller de la Loire[1], montre avec évidence ces dispositions.

Fig. 2.



Territoire de Saint-Étienne.

CONCESSIONS.

1. D'Unieux et Fraisse.
2. De Firminy.
3. De Montrambert.
4. De la Béraudière.
5. De Dourdel.
6. De Beaubrun.
7. De Villards.
8. De la Chana.
9. Du Quartier-Gaillard.
10. Du Cluzel.
11. De la Porchère.
12. Du Cros.
13. De la Roche.
14. De Méons.
15. Du Treuil.
16. De Bérard.
17. De la Chazotte.
18. De Chancy.
19. De Sorbiers.
20. De Montcel.
21. De Reveux.
22. De la Baralière.
23. De Villebœuf.
24. Du Janon.
25. De Ronzy.
26. De Terre-Noire.
27. De Montieux.
28. De Côte-Thiolière.
29. De Saint-Chamond.

Territoire de Rive-de-Gier.

CONCESSIONS.

30. De la Grand'Croix.
31. De Reclus.
32. Du Banc.
33. De la Montagne-du-Feu
34. De la Cappe.
35. De Corbeyre.
36. De Collenon.
37. De Gravenand.
38. De Mouillon.
39. De Crozagaque.
40. De Couloux.
41. De la Verrerie.
42. De Combes-et-Égarandes.
43. De Couzon.
44. De Trémolin.
45. De la Pomme.
46. De Combe-Plaine.
47. De Frigerin.
48. De Montbressieu.
49. De Gourdmarin.
50. De Verchères.
51. De Verchères-Féloin.
52. De la Catonnière.
53. De Grandes-Flaches.
54. De Sardon.
55. Du Martoret.
56. De Tartaras.

La vaste concession de Saint-Chamond forme la liaison entre les deux

[1] *Mémoire sur la topographie extérieure et souterraine du territoire houiller de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier.* (*Annales des mines*, tom. Ier, pag. 1, 1816.)

bassins, et l'on remarque que les exploitations, rares dans cette partie centrale, sont, au contraire, extrêmement rapprochées à Saint-Étienne et à Rive-de-Gier. Le tracé des concessions fera facilement saisir cette division importante du territoire houiller. Les affleurements des couches de houille y sont tracés par des lignes noires ayant une certaine épaisseur. On remarquera que les lignes qui forment les tracés de ces couches, sur la surface du sol, se contournent parallèlement les unes aux autres, et que, par suite, le terrain houiller est composé, malgré les plissements qu'il présente, de surfaces qui ont conservé leurs distances respectives. Des lettres désignent chaque couche spéciale.

Les couches de houille forment deux systèmes séparés.

Les couches de houille du bassin de la Loire, qui sont au nombre de treize, paraissent former deux systèmes distincts, dans chacun desquels elles diffèrent par leur disposition relative et par leur puissance. Les roches stériles qui les accompagnent sont également différentes, et, entre les deux systèmes, règne une épaisseur considérable de grès.

Le premier système, exploité dans les mines du Treuil, de Bérard, de Côte-Thiolière et du Quartier-Gaillard, correspond à la quatrième couche de houille de la série, en partant du jour. Le second, sur lequel sont placées les exploitations de Villards, du Cros, du Cluzel, aurait principalement lieu sur la treizième couche.

Le dernier système représente le gîte houiller de Rive-de-Gier. Il paraîtrait qu'ils existeraient tous deux dans une étendue assez vaste du bassin de Saint-Étienne. Cette opinion, récemment émise par MM. les ingénieurs des mines de Saint-Étienne, repose sur des observations nombreuses qu'ils ont faites, ainsi que sur des coupes de terrains prises dans diverses directions du bassin de la Loire. Toutefois cette disposition, qui donnerait à ce terrain houiller une grande uniformité de composition, demande une vérification directe. La compagnie houillère de la Chana a consenti, d'après les sollicitations de MM. les ingénieurs, à approfondir un de ses puits jusqu'au point où il y a espérance de rencontrer la grande masse de Villards. Ce travail, qui doit intéresser à un si haut degré la localité tout entière, est actuellement en cours d'exécution.

Si ces prévisions se réalisent, les exploitations de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier appartiendront réellement à un seul et même bassin. Néanmoins nous conserverons, dans cet aperçu général sur le terrain houiller

de la Loire, les dénominations généralement adoptées de *bassin de Saint-Étienne* et de *bassin de Rive-de-Gier*.

Les roches qui constituent le sol houiller sont les mêmes sur toute son étendue. Elles sont composées, s'il est permis de s'exprimer ainsi, de débris plus ou moins divisés du vase qui les contient de toutes parts. Ces débris sont disposés en couches d'allure variable, qui alternent avec des couches de houille et de schiste argileux, lesquelles, outre les débris triturés dont elles sont formées, présentent des vestiges plus ou moins bien conservés de corps organiques du règne végétal. Ces roches, suivant les dimensions des éléments qui les constituent, ou suivant leur état de ténuité, sont: **Roches composant le terrain houiller.**

1° Des poudingues formés de gros fragments de schiste micacé, de schiste talqueux et de granite, à peine liés entre eux. Les fragments de granite sont plus rares que ceux de schiste micacé, et ils appartiennent presque exclusivement à un granite gris dont le feldspath est blanc. **Des poudingues.**

On n'y trouve, ni galets de granite rose, ni de porphyre quartzifère, roches que tout porte à considérer comme postérieures au dépôt du terrain houiller. Les fragments de roches anciennes ont souvent un volume de plusieurs mètres cubes. On voit de beaux exemples de ce poudingue à grandes parties au N. de Saint-Étienne, vers la Fouillousse, et près de Rive-de-Gier, entre cette ville et le pont de la Madeleine.

2° Des poudingues formés de fragments moins gros, liés par la pâte ordinaire du grès houiller. Ces poudingues sont plus répandus que les précédents; mais ils sont cependant encore loin de former la roche dominante du terrain houiller de la Loire.

3° Grès à gros grains, mélangés de petits fragments roulés de diverses roches primitives. **Des grès.**

4° Grès à grains de grosseur uniforme, mélangés de paillettes de mica et fortement agrégés. Il forme des bancs d'une grande épaisseur, exploités dans beaucoup de localités comme pierre de taille. On le désigne généralement, dans le pays, sous le nom impropre de *mollasse*. Il recouvre immédiatement les poudingues; mais ces roches manquent sur une grande étendue du bassin, et les grès reposent alors directement sur le terrain ancien.

5° Grès à grains moins gros et déposés en couches minces.

6° Grès micacés dont le grain est très-fin et les feuillets très-minces.

7° Schiste argileux micacé, d'un tissu lâche, et dans lequel on distingue de petits grains de sable. **Des schistes.**

8° Schiste d'un tissu plus serré, et dans lequel le mica est encore visible.

9° Schiste d'un tissu très-serré : cette roche est la moins commune.

Prédominance du grès.

Les grès forment la masse du terrain houiller; ils alternent avec les couches de houille : souvent ils sont en contact avec elles, ou ils n'en sont séparés que par des lits très-minces de schiste bitumineux avec empreintes.

Les poudingues à gros fragments, à peine adhérents, n'accompagnent jamais immédiatement la houille; ils composent, partout où ils existent, les premières assises de la formation houillère, et ils reposent directement sur le terrain primitif.

La différence de nature des poudingues et des grès est constamment en rapport avec la nature des roches anciennes auxquelles ils sont adossés. Sur toute la limite méridionale du bassin qui longe la chaîne du Pilat, depuis Firminy jusqu'à Rive-de-Gier, le grès, constamment coloré en rouge, renferme une multitude de petits fragments de schiste micacé. Quand son grain est très-fin, le grès est alors micacé et schisteux par le mélange intime du mica.

Celui des environs du Chambon, au S. O. de Saint-Étienne, tendre et argileux, appartient à cette variété. Sa couleur, fortement ocreuse, le fait prendre pour du minerai de fer, et plusieurs recherches ont été entreprises sur ce grès, dont la teneur, à l'essai, n'a jamais été trouvée supérieure à 8 pour cent.

Relation entre la nature du grès et les roches anciennes sur lesquelles il repose.

A l'embouchure de la gorge de l'Échappe, dans la vallée de Firminy, le grès est formé, dans sa partie en contact avec le schiste micacé, par la réunion de petits fragments de ce schiste, dont beaucoup sont encore anguleux. La direction du schiste micacé, la même que la direction générale du Pilat (E. 32° à 36° N.), se retrouve dans le grès houiller : seulement il y a une grande différence dans l'inclinaison, laquelle est beaucoup plus faible pour le grès que pour le schiste; mais ces deux roches plongent sur toute cette limite vers le N.

Entre Saint-Chamond et Rive-de-Gier, le grès houiller, mis à nu par les tranchées du chemin de fer, est de même fortement coloré en rouge. Il est beaucoup plus dur qu'au Chambon et se présente sous forme de conglomérat. Les fragments qui le composent, exclusivement de schiste micacé, sont généralement assez volumineux; mais, cependant, ils ne dépassent pas un demi-pied cube.

Le long de la limite occidentale, le terrain houiller de la Loire repose

principalement sur le granite : aussi remarque-t-on immédiatement une différence dans la nature des couches de poudingue et de grès qui en forment la base. A sa partie inférieure, on trouve un conglomérat assez grossier, dont les principaux fragments sont granitiques. La direction des couches éprouve une variation analogue : elle devient presque N. S., et correspond avec la séparation du terrain houiller et des roches primitives.

Le long de la limite N., la base du terrain est composée de couches puissantes de conglomérat à très-gros fragments. On peut l'observer dans plusieurs points de la vallée du Furens, notamment un peu au-dessous de la Fouillousse : beaucoup de fragments y présentent près d'un mètre cube. La plupart sont de gneiss ou de granite schistoïde analogue aux roches de même nature que l'on rencontre dans la chaîne de Riverie, contre laquelle le terrain houiller est adossé.

Toute la montagne qui sépare le val Fleury et la vallée du Gier est formée par le conglomérat, lequel, dans ces localités, repose à stratification discordante sur le gneiss. En effet, au col de la Croix-du-Plat situé à l'origine du val Fleury, les lits de gneiss et de micaschiste, qui sont presque verticaux, courent N. 30° E., tandis que les couches de conglomérat plongent au S. et se dirigent, comme le Pilat, E. 32° à 36° N.

Des couches de houille.

La houille constitue, dans le bassin de la Loire, des couches nombreuses, qui, bien que régulières, affectent cependant des puissances variables. Il est dès lors impossible de rien dire de général sur ce sujet. On en exploite qui n'ont que $0^{m},48$ d'épaisseur; mais, le plus ordinairement, les exploitations sont dirigées sur des couches dont l'épaisseur moyenne varie entre 1 et 5 mètres. Sur certains points, ces mêmes couches éprouvent des renflements subits qui leur font acquérir une puissance beaucoup plus considérable : elles atteignent alors quelquefois 16 à 20 mètres. Par un effet contraire et non moins prompt, résultant du rapprochement du toit et du mur, les couches de houille diminuent d'épaisseur, au point qu'on en perd souvent la trace sur une grande étendue. Ce dernier accident, connu par les mineurs de la contrée sous le nom de *coufflée,* soumet l'exploitation des mines de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier à des conditions particulières, et jette une grande difficulté sur l'opération du tracé continu des couches de houille. Dans quelques circonstances, les couches de houille changent de puissance et de qualité à des distances même fort rapprochées. Les bancs

de grès et de schiste éprouvent des changements analogues : il n'est pas rare de voir, dans une même mine, une couche de houille, directement couverte par du grès, l'être, à peu de mètres de distance, par des bancs de schiste, qui se sont, pour ainsi dire, intercalés entre le grès et la houille. Les mines du Treuil et de la Roche en offrent des exemples. Dans plusieurs points du bassin, on observe même que deux couches très-rapprochées l'une de l'autre se séparent progressivement, et finissent par présenter un écartement très-prononcé. C'est ainsi que, dans la mine du Gagne-Petit, au puits Jabin, la quatrième couche n'est séparée de la troisième ou grande couche que par un lit de schiste argileux chargé de carbone de $0^m,40$ de puissance, tandis qu'au puits Thibaut, dans la même concession, ce banc a déjà $1^m,60$. En avançant vers le N., ce banc de schiste augmente constamment : il a 16 mètres au puits Thiolier dans la concession Bérard, éloignée du puits Thibaut d'au plus 200 mètres; au puits du Soleil, cet intervalle est de 20 mètres; enfin il atteint 24 mètres dans la concession la Roche contiguë à la concession Bérard.

Ces irrégularités dans la puissance des couches, et surtout dans leur nombre apparent, apportent beaucoup de difficulté dans le tracé de leur prolongement à des distances horizontales de quelque étendue. Il est dès lors impossible de préjuger *à priori* la nature du terrain houiller en un point où il n'existe encore aucun travail. Cette circonstance est souvent la cause de recherches coûteuses, ouvertes presque au hasard et sans fruit. Ce défaut de régularité met également dans l'impossibilité d'indiquer, d'une manière précise, le nombre de couches que renferme le bassin de Saint-Étienne.

M. Beaunier a décrit, dans son travail, jusqu'à vingt et une couches de houille dans le territoire de la Ricamarie; et, suivant ce célèbre ingénieur, plusieurs concessions en renfermeraient dix-huit, formant une épaisseur totale de 35 mètres, tandis que, dans quelques autres, les travaux ont fait connaître seulement trois couches de charbon, dont les puissances réunies n'excèdent pas 3 mètres. Il est, à la vérité, probable que la profondeur en recèle d'autres plus importantes. Nous rappellerons que M. Beaunier a admis un nombre de couches supérieur à celui qui existe réellement; mais, à l'époque où son travail a paru, on regardait comme distinctes des couches placées dans le prolongement les unes des autres.

Couches de houille de la partie centrale du bassin.

La partie la mieux connue du bassin de la Loire est le territoire de la commune d'Entre-Furens, situé au N. E. de la ville, comprenant les concessions du Treuil, de la Roche, de Bérard, de Méons et de Terre-Noire. Cette partie centrale du bassin de Saint-Étienne offre l'aspect d'une plaine un peu inégale et ondulée. Les couches de houille participent de cette disposition du terrain : leur inclinaison, en général faible, est très-variée, ainsi que leur direction. Les couches ne prennent une allure prononcée que près des bords du bassin, notamment dans les mines qui sont voisines de la chaîne du Pilat : telles sont celles du bois d'Aveize, de Montrambert, de la Ricamarie et de Saint-Chamond, dans lesquelles les couches de houille, fortement inclinées vers le N., courent de l'E. 32° à 36° N. à l'O. 32 à 36° S., parallèlement aux feuillets du schiste micacé, qui forme la limite méridionale du terrain houiller.

Soulèvements qui ont influencé la direction des couches.

Nous avons déjà annoncé que, le long de la limite occidentale du bassin, les couches se dirigent presque du N. au S., comme la chaîne granitique sur laquelle elles reposent. Cette direction, qui a déterminé l'ouverture des vallées du Furens près de Saint-Étienne, de la Roche-la-Molière et du Cluzel, se retrouve dans plusieurs mines, notamment dans celles dites de la Roche-la-Molière, du Cluzel, du Quartier-Gaillard, de Villards, et même de Firminy, dont les couches sont généralement orientées N. S., tirant un peu sur l'O.

Dans plusieurs mines, par exemple dans celles de la Béraudière et de Firminy, on reconnaît l'influence des deux soulèvements que nous venons de signaler. Enfin, dans quelques autres, et particulièrement dans les mines de Côte-Thiolière, on observe des directions variables et, pour ainsi dire, intermédiaires, qui paraissent dues au soulèvement N. S., modifié postérieurement par le soulèvement du Pilat. M. Fournet a indiqué, en outre, des accidents de stratification dirigés à peu près du N. O. au S. E.

Des failles.

La plupart des failles un peu importantes qui coupent et rejettent les couches de houille sont en relation avec les deux directions générales. A Rive-de-Gier, elles sont presque toutes parallèles à la chaîne du Pilat. Il existe, en outre, une foule de petites failles locales, sans direction constante, et même qui souvent ne sont pas rectilignes.

Malgré les deux ou trois soulèvements successifs auxquels le terrain houiller de Saint-Étienne a été soumis, les couches ne présentent pas ces

contournements nombreux et si prononcés qui caractérisent les terrains de la Belgique et des environs de Valenciennes.

Épaisseur du terrain houiller.

Les couches de houille ont rarement une inclinaison supérieure à 25°; leur plongement le plus ordinaire est de 15° : cependant, à Rive-de-Gier, quelques-unes se relèvent presque verticalement vers le Pilat. Cette faible inclinaison des couches houillères permet d'évaluer, jusqu'à un certain point, l'épaisseur totale de ce dépôt houiller, qui doit être au moins de 750 mètres. En effet, le mont Salson, près Saint-Étienne, composé entièrement de terrain houiller, est élevé de 725 mètres au-dessus de la mer, et le puits du Logis-des-Pères descend à 25 mètres au-dessous de ce même niveau.

La comparaison des profondeurs où l'on rencontre la même couche donne un résultat à peu près semblable. En effet, le puits de la Pompe, dans la concession du Treuil, a atteint la troisième couche à 20 mètres de profondeur, et la neuvième à 200 mètres : il y a donc 180 mètres entre elles. Dans le puits de Mont-Salson, la troisième couche n'a été recoupée qu'à 330 mètres : ce serait donc déjà une épaisseur de 510 mètres, à laquelle il faudrait ajouter au moins 200 mètres au-dessous de la neuvième avant d'arriver au terrain ancien.

Bassin de Saint-Étienne.

Dans la partie du bassin de la Loire qui est très-élargie, et que nous avons désignée sous le nom de *bassin de Saint-Étienne*, la formation houillère est coupée en différents sens par des vallons plus ou moins profonds, qui mettent à nu les affleurements de houille. On reconnaît alors qu'à très-peu d'exceptions près, toutes les couches du terrain sont inclinées en sens opposé de la pente des monticules isolés, ou des coteaux qui appartiennent à la formation houillère. C'est ainsi que l'on voit les affleurements des couches ceindre presque de toutes parts ces monticules et ces coteaux, et se projeter sur les cartes par des lignes sinueuses, dont, généralement, les points diffèrent peu de niveau. Il s'ensuit que les traces de toutes les couches de houille sur des plans coupants horizontaux (fig. 2, pag. 517) sont, dans un grand nombre de cas, parallèles aux lignes d'affleurements.

Disposition générale des couches.

Les couches de houille peuvent donc, relativement à la portion du territoire houiller qui nous occupe en cet instant, être considérées comme des surfaces courbes qui tendraient à former des calottes, ou des berceaux renversés dont les parties inférieures, c'est-à-dire les points les plus éloignés du jour, seraient précisément placées sous les sommités que la formation

houillère présente dans l'état actuel des choses. Ce fait, conforme à ce qui s'observe dans plusieurs autres contrées, conduit à cette conclusion : que les points les plus bas du terrain primitif, sur lequel la formation houillère a été déposée, répondent précisément aux points de cette formation qui sont aujourd'hui les plus élevés; ou, en renversant la proposition, que les dernières vallées creusées dans la formation houillère courent généralement sur des points qui correspondent aux sommités primitives que cache le sol actuel. Cette disposition est, du reste, une conséquence nécessaire du phénomène général des soulèvements.

Dans la partie du bassin de la Loire qui embrasse particulièrement les environs de Saint-Étienne, la richesse minérale est très-variable; le nombre des couches, leur épaisseur et leur allure, diffèrent d'une exploitation à l'autre. Cette circonstance a conduit feu M. l'inspecteur général Beaunier, dans le Mémoire qu'il a rédigé sur la *Topographie extérieure et souterraine du territoire houiller de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier,* à diviser ce territoire en sept groupes distincts, sous les noms de : districts de *Firminy,* de *Roche-la-Molière,* de la *Ricamarie,* du *Cluzel-et-Villards,* du *Treuil,* des *Côtes-Thiolière* et de *Saint-Chamond.*

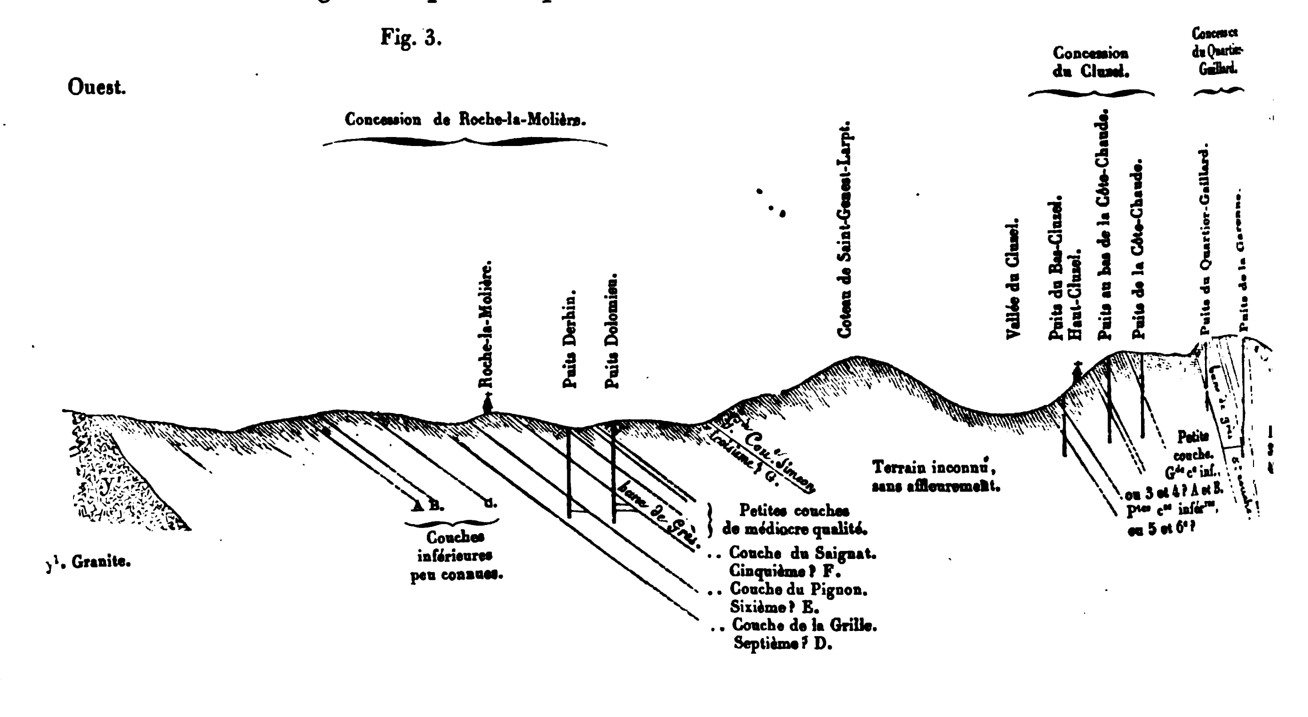
Il indique avec détail le nombre des couches exploitées dans chaque groupe et même dans chaque mine, l'épaisseur de chacune d'elles, et la nature du charbon qu'elles produisent. Nous ne saurions, sans dépasser de beaucoup les bornes de ce chapitre, suivre M. Beaunier dans l'étude de chacun de ces groupes. Les mêmes couches se représentant, en outre, dans la plupart d'entre eux, nous serions conduits à faire des répétitions nombreuses, qui empêcheraient de saisir la disposition générale du bassin. Nous engageons les personnes qui désirent avoir des détails circonstanciés sur les différentes mines du bassin de la Loire, à lire le grand et beau travail que nous venons de citer, lequel est inséré dans le premier volume de la première série des *Annales des mines.*

Le nombre des couches de houille varie dans chacun de ces districts. M. Beaunier cite plusieurs d'entre eux, notamment Firminy, qui en possède jusqu'à treize, ayant ensemble une épaisseur de 35 mètres. A Saint-Chamond, au contraire, il n'en existe que trois couches, dont les épaisseurs réunies n'excèdent pas 3 mètres. La couche la plus épaisse est celle dite *grande masse.* Sa puissance, dans la plupart des mines du district de Firminy,

est de 6 mètres. Elle est divisée en deux veines par un lit de schiste de 2 décimètres de puissance.

D'après les observations récentes de MM. les ingénieurs des mines chargés du service du département de la Loire, le nombre des couches de houille est moins considérable que M. Beaunier ne l'avait admis. Les failles nombreuses reconnues par les exploitations nouvelles ont appris que certaines couches, qu'on avait crues différentes par leur hauteur dans le terrain houiller, ne sont que le prolongement de couches plus élevées qui ont été rejetées par ces failles. Il ne paraît pas que le nombre des couches, d'abord porté à plus de trente, doive dépasser celui de quinze. Les deux coupes que nous donnons ci-après, qui embrassent l'ensemble du terrain houiller de Saint-Étienne de l'O. à l'E. et du N. au S., montrent parfaitement la disposition des couches de houille de ce bassin, ainsi que leur rejet par les failles qui traversent tout le terrain. Ces deux coupes m'ont été communiquées par M. Grüner, ingénieur des mines, chargé du travail de la carte géologique du département de la Loire; elles sont le fruit des observations de cet ingénieur pendant plusieurs années.

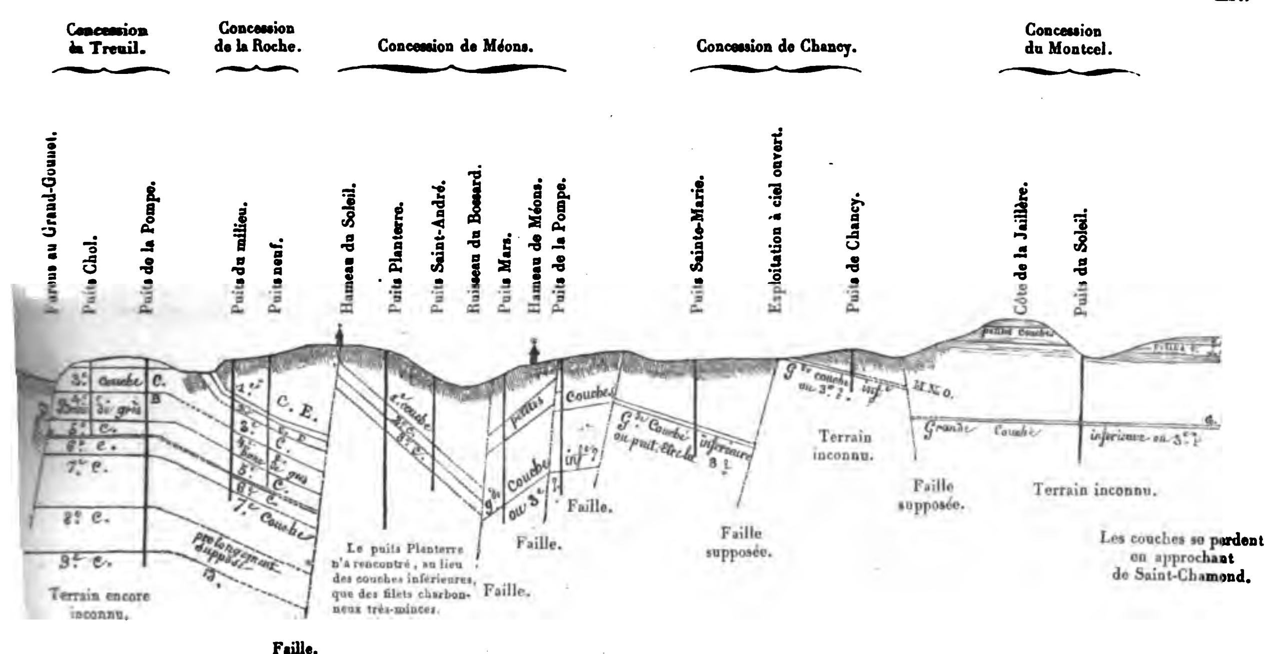
Fig. 3.



Coupe longitudinale

La première de ces coupes, prise de l'O. à l'E., montre la disposition générale du bassin houiller de Saint-Étienne dans toute sa longueur; elle traverse les concessions les plus importantes, et celles où les couches de houille sont, à la fois, les plus nombreuses et les plus puissantes. Le puits de la Pompe, qui dépend de la concession du Treuil, a recoupé le terrain sur 200 mètres d'épaisseur. Ce puits, l'un des plus profonds du bassin de Saint-Étienne, a fait connaître le plus de couches de houille; cependant jusqu'ici il n'en a traversé que neuf. Il se pourrait (et c'est, ainsi que nous l'avons déjà énoncé, l'opinion d'un assez grand nombre de personnes) que les couches du bassin de Rive-de-Gier dussent passer au-dessous de celles de Saint-Étienne, et que des travaux poussés à une plus grande profondeur les fissent découvrir. Cette opinion, fondée sur la nature du grès qui existe à la séparation des bassins de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier, n'est pas entièrement partagée par M. Grüner: il craint que l'amincissement graduel des couches que l'on observe en se dirigeant de Saint-Étienne vers Saint-Chamond n'annonce que ce bassin se termine peu au delà de Saint-Jean-de-Bonnefonds. Il semble donc assez probable, dit M. Grüner, « que, sur

Position relative des différentes couches de houille du bassin de Saint-Étienne.



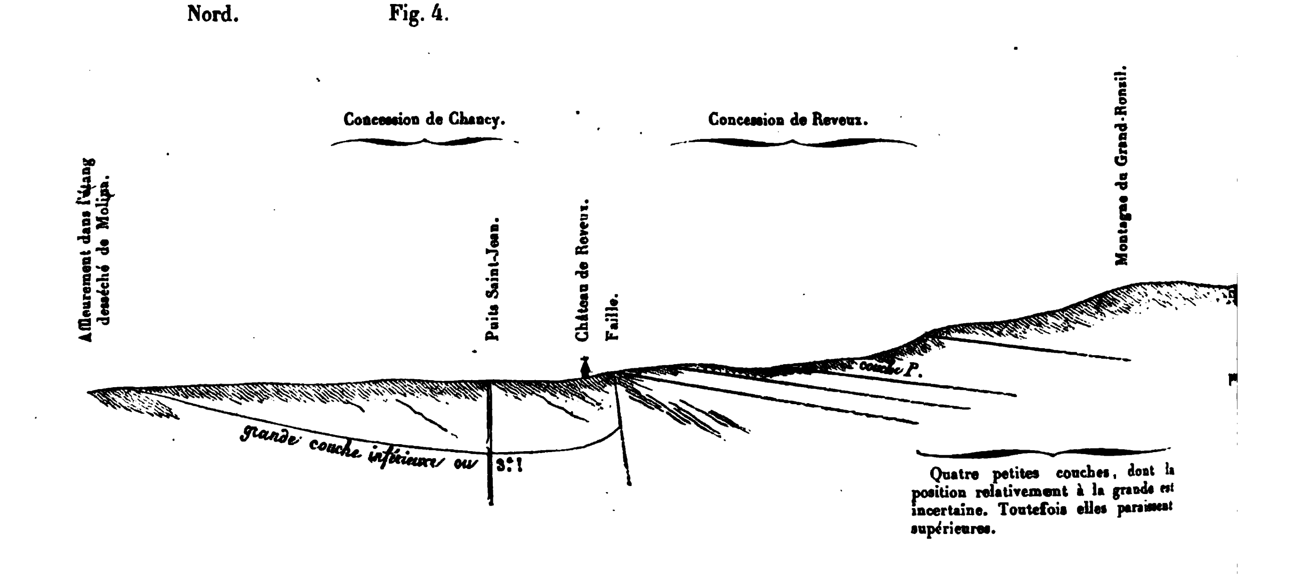
Saint-Étienne.

« une étendue de 4 à 5,000 mètres, le terrain houiller est stérile[1]. » La coupe ci-dessus fait sentir cette disposition.

M. Grüner a établi la correspondance entre les neuf couches qu'il indique dans cette coupe et celles qui ont été décrites par M. Beaunier, en y rapportant les lettres adoptées par ce célèbre ingénieur, dans sa *Topographie souterraine,* pour distinguer chacune d'entre elles. Malheureusement cette concordance n'a pu être reconnue dans toutes les parties du bassin houiller, de sorte qu'il règne encore quelque incertitude sur la relation de plusieurs couches.

Pour faire sentir davantage les mouvements du sol, et pour pouvoir, en outre, mettre une distance entre les couches de houille de manière à les rendre plus facilement visibles, nous avons pris l'échelle des hauteurs

Nord. Fig. 4.



[1] *Note inédite.*

quintuple de celle des distances horizontales : la première est de 1 mètre pour 7 mille mètres ; la seconde, de 1 à 35,000.

La seconde coupe, dirigée du N. au S., fait connaître un moins grand nombre de couches ; les failles y sont également moins nombreuses. On remarquera, ainsi que nous l'avons déjà annoncé plus haut, que les couches, très-peu inclinées sur la limite N. du bassin, se relèvent assez brusquement sur sa partie méridionale en approchant du Pilat.

La concession de Côte-Thiolière nous montre un fait intéressant : c'est la réunion de la troisième et de la quatrième couche en une seule vers son extrémité méridionale. La largeur du bassin de Saint-Étienne étant beaucoup moins grande que sa longueur, on a pu donner à la coupe N. S. une échelle plus grande, circonstance qui a permis de prendre la même échelle pour les hauteurs et pour les distances horizontales.

Sud.

Concession de Côte-Thiolière.

Concession de Terre-Noire.

Montagne d'Aveize.

Mine et concession du Janon.

Puits ovale. Côte-Thiolière. Puits Robert. Puits neuf. Puits des Chaumières. Puits Revolier. Puits d'Aveize neuf. Puits d'Aveize.

Terrain non encore connu.

Petite couche.

Couche très-puissante J de M. Beaunier, peut-être la 3e ?

Faille dont l'existence est incertaine.

Il paraît probable que c'est une des couches les plus basses du bassin. Couche D de M. Beaunier, grande couche inférieure ?

Dans la concession du Janon il existe une couche très-puissante, fort inclinée, qui paraît provenir de la réunion de plusieurs couches. C'est une espèce d'amas.

Niveau de la mer.

Échelle de 1 à 10,000 mètres.

Les généralités que nous avons exposées jusqu'à présent suffisent pour montrer l'ensemble du terrain houiller de Saint-Étienne; mais l'importance de ce bassin, sous le rapport de sa production et du nombre des mines exploitées, nous engage à entrer dans quelques détails plus circonstanciés, qui feront connaître la position exacte des couches de houille.

Nous devons la plupart des renseignements qui suivent à M. Grüner, dont nous avons déjà cité le nom, à plusieurs reprises, dans cet ouvrage. Les concessions du Treuil et de la Roche, situées au centre du bassin, sont celles qui présentent le plus grand nombre de couches : on en exploite neuf. Les travaux nombreux exécutés dans ces mines ont déterminé, d'une manière certaine, la position de ces différentes couches; et, sous ce rapport, ce sont les plus intéressantes à étudier. Quatre puits, embrassant ensemble une distance horizontale de 880 mètres environ, ont recoupé la plupart d'entre elles. Le puits de la Pompe, le plus profond d'entre eux, et qui descend jusqu'à 200 mètres, a traversé les sept dernières couches : les deux premières affleurent au-dessus de l'orifice du puits, de sorte que les neuf couches sont parfaitement connues dans toute leur hauteur. Ce puits s'est arrêté un peu au-dessous de la neuvième couche.

Les couches reconnues dans les mines du Treuil et de la Roche sont toutes assez régulières et plongent très-faiblement au N. Elles éprouvent de légers dérangements entre le puits de la Pompe et celui du milieu; mais il n'y existe pas de failles proprement dites, tandis que la concession de la Roche est séparée de celle de Méons par une faille (coupe E. O., fig. 3, pag. 527,) qui rejette fortement tout le terrain.

Grande couche ou grande masse.

La principale couche exploitée dans les mines du Treuil, et, en général, la plus importante du bassin de Saint-Étienne, est celle que l'on désigne par les noms de *grande masse, grande couche, troisième couche,* marquée C sur la carte de M. Beaunier : c'est la première traversée par le puits de la Pompe. Cette couche, très-anciennement exploitée par galeries sous la montagne du Cimetière, a $3^m,20$ à $3^m,50$ de puissance moyenne. Le charbon qu'elle produit, de bonne qualité et assez dur, est employé spécialement au chauffage et non pour la forge. Le toit immédiat de la couche est un schiste argileux noirâtre et charbonneux, contenant des empreintes végétales. Ce schiste, désigné, par les mineurs du pays, sous le nom de *gore,* est recouvert par une masse de grès à grains

fins et serrés, d'une teinte grise assez claire, ayant une puissance d'environ 18 mètres. Aucun plan de stratification ne divise cette masse; néanmoins elle se délite parallèlement à la stratification générale. Ce grès, exploité au Treuil même par une carrière à ciel ouvert, fournit une grande partie de la pierre de taille employée dans les constructions de Saint-Étienne. En remontant, on rencontre successivement, au-dessus de cette puissante couche de grès :

Une couche de schiste charbonneux contenant des empreintes de fougères, ayant environ 2 mètres d'épaisseur;

Une couche de houille de 1m,40 de puissance, formant le n° 2 de cette coupe, et correspondant à la couche dite *bâtarde* de M. Beaunier, et désignée par la lettre D.

Un schiste charbonneux, ayant environ 8 mètres de puissance, sépare la seconde couche de la première. Celle-ci, dont l'épaisseur est à peu près de 1 mètre, est surmontée par une nouvelle couche de schiste qui forme la partie supérieure du terrain houiller dans le centre du bassin. Les deux couches supérieures du schiste renferment du minerai de fer, sur lequel nous reviendrons bientôt.

La houille des couches nos 1 et 2 est de qualité médiocre. Aussi elles ne sont exploitées que pour arriver plus facilement au minerai de fer lithoïde, dont l'exploitation a également cessé depuis plusieurs années. Son prix élevé (plus de 4 francs les 100 kilogrammes) ne pouvait soutenir la concurrence avec les minerais riches tirés de terrains plus modernes, qui reviennent maintenant à des prix assez modérés par les chemins de fer.

Succession des couches dans les environs de Saint-Étienne.

Au-dessous de la *grande masse* ou *troisième couche*, qui est, ainsi que nous l'avons dit, la première rencontrée par les puits ouverts dans la mine du Treuil, on trouve une succession de couches, lesquelles, étant combinées avec celles que nous venons d'indiquer au-dessus de la troisième couche, et qui sont mises à nu dans les escarpements et dans les carrières à la proximité de la mine, donnent une coupe complète du terrain houiller de cette partie du bassin de Saint-Étienne. Ces couches se succèdent dans l'ordre suivant :

Un intervalle de couches alternatives de grès et de schiste, de 20 mètres environ, sépare la *troisième couche* de la *quatrième*. On n'a pas observé, dans ce massif intermédiaire, de trace de minerai de fer. La *quatrième* couche,



épaisse de $1^m,30$, est de houille médiocre; elle est assez dure, mais un peu pierreuse et impropre pour la forge.

Au-dessous, le puits de la Pompe traverse 27 mètres environ de grès parfois assez grossier. Ce grès, qui se prolonge, dans quelques parties de la mine du Treuil, jusqu'au charbon de la cinquième couche, en est, dans quelques autres, séparé par un banc de schiste plus ou moins épais.

La *cinquième* couche, dont la puissance varie entre $1^m,50$ à $1^m,70$, fournit un charbon de qualité supérieure, très-estimé pour la forge. Une circonstance particulière, qui fait reconnaître la cinquième couche dans tout le bassin de Saint-Étienne, est qu'elle donne, par la combustion, des *cendres rouges,* tandis que toutes les autres produisent des cendres blanches. C'est dans cette couche que se trouvent depuis longtemps les principaux travaux de la mine du Treuil.

Au-dessous de la cinquième couche, il n'existe plus de bancs puissants de grès jusqu'au delà de la neuvième couche. Le terrain se compose alors d'une alternance de schistes et de grès plus ou moins schisteux ou compactes, mais toujours en bancs peu puissants.

La *sixième* couche de houille, qu'on rencontre à 15 mètres au-dessous de la cinquième, n'est exploitée nulle part. Sa puissance est faible, et, de plus, elle est divisée en deux assises par un mince banc de schiste. Le combustible qu'elle produit est, en outre, de médiocre qualité.

18 mètres de schistes et de grès fins séparent la sixième et la *septième* couche. La puissance moyenne de cette dernière est de $1^m,20$ à $1^m,30$. La solidité du toit permet d'exploiter cette couche avec beaucoup d'avantage. Elle donne un charbon précieux pour le chauffage domestique, mais mauvais pour la forge, à cause d'un lit mince d'argile qui se détache du toit en même temps que la houille, et qui nuit à sa pureté. La quantité de gros charbon ou de perat fournie par cette couche est considérable. Le menu est presque sans valeur.

La *huitième* couche est à 50 mètres de la septième, et la *neuvième* à 53 mètres de la huitième, ou à 195 mètres du jour. Ces deux couches sont inexploitables actuellement, par suite de leur faible puissance, qui est de 60 à 80 centimètres.

Le puits de la Pompe a été approfondi à 6 mètres au-dessous du niveau de la neuvième couche; il est, à cette profondeur, dans une assise

de grès. Les travaux n'ont fait découvrir, dans aucune partie de la concession du Treuil, de couches de houille inférieures à la neuvième; cependant on a l'espérance qu'il en existe. Voici sur quelle raison peut être fondée cette opinion. En suivant le chemin de fer de la Loire depuis le Treuil jusqu'au lieu dit le Marest, on observe distinctement les affleurements des cinquième, sixième et septième couches : on ne retrouve pas, il est vrai, les affleurements des huitième et neuvième, lesquels sont, sans doute, cachés par la végétation; mais, si on se dirige toujours vers le N., jusqu'au delà de l'étang du Cros, on rencontre, à environ 700 mètres de l'affleurement de la septième couche, un nouvel affleurement d'une couche puissante, exploitée sous cet étang actuellement défriché. Cette nouvelle couche, pendant faiblement du N. au S. comme les couches du Treuil, doit se prolonger sous celle-ci, si toutefois elle ne s'amincit pas dans la profondeur. Nous devons dire que cette opinion de M. Grüner, qui consiste à regarder la couche exploitée au Cros comme une *grande couche inférieure* au système du Treuil, est contraire à celle d'un grand nombre d'exploitants, qui l'assimilent à la troisième couche ou *grande masse,* laquelle aurait été rejetée. Mais, suivant M. Grüner, la position relative des couches de schiste, de grès et de houille, s'oppose à cette dernière supposition, et il est plus probable que la couche du Cros, inférieure à toutes celles du Treuil, passe au-dessous d'elles à une profondeur de 250 à 300 mètres.

Probabilité d'une grande couche inférieure.

Plusieurs couches, que l'on exploite dans les concessions de Chancy et de Méons, seraient même intercalées entre cette grande couche inférieure et la neuvième, de sorte que la couche du Cros, qui serait la même que celle de Méons, et que M. Grüner désigne sous le nom de grande couche inférieure, serait la treizième de tout le bassin de Saint-Étienne.

La couche du Cros, indiquée par la lettre A dans la carte de M. Beaunier (fig. 2, pag. 517), a été rencontrée dans cette mine à 102^{m},20 du jour. Au-dessus on n'a reconnu aucune trace de combustible; ce qui montre que, si elle appartient à une couche inférieure à la neuvième, un grand intervalle stérile la sépare de celle-ci. La couche du Cros présente une épaisseur de 3^{m},30 de charbon très-dur. On trouve ensuite, dans le puits, 1^{m},50 de schiste, puis 1^{m},60 de houille donnant du menu de bonne qualité, un

nouveau retour de schiste de $1^m,60$, et enfin $0^m,70$ de houille. On exploite simultanément les couches de $3^m,30$ et de $1^m,60$.

Des affleurements connus dans quelques autres parties du bassin pourraient faire croire à l'existence de couches inférieures à celle du Cros; mais on ne possède que des données très-imparfaites sur ce sujet.

L'étude simultanée des exploitations du Treuil et de l'étang du Cros fait connaître exactement la disposition du terrain houiller dans les environs de Saint-Étienne, et fournit un point de repère excellent pour la détermination des couches de houille dans toute cette partie du bassin de la Loire. Ainsi, dans les concessions de la Roche et de Bérard, qui s'étendent à l'E. de la mine du Treuil, on retrouve le même système de couches, mais à une profondeur plus grande. La troisième couche n'est rencontrée qu'à 60 mètres du jour; avant d'y arriver, on traverse les couches nos 1 et 2, tandis qu'au-dessous on exploite les couches nos 4, 5 et 7. En s'avançant davantage vers l'E., ces dernières couches s'amincissent, mais n'en existent pas moins. Dans la concession de Méons (voir les puits Planterre et Saint-André, coupe E. O., fig. 3, pag. 527), les couches inférieures à la grande sont réduites à de simples filets de charbon, et la masse de grès qui, au Treuil, est placée à la séparation de la quatrième et de la cinquième couche, est devenue plus puissante et d'un grain plus grossier: elle ressemble à un véritable conglomérat.

On a reconnu encore le même système de couches dans les parties des concessions de Terre-Noire et de Montieux qui touchent la concession de Bérard. Dans la première d'entre elles, la quatrième couche est presque réunie à la cinquième par l'amincissement du banc de grès qui les sépare. Malgré cette réunion, la cinquième couche est, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, reconnaissable par la couleur de ses cendres, et par la qualité du charbon qu'elle produit, lequel est le meilleur de tout le bassin de Saint-Étienne. Dans aucune des concessions que nous venons de citer, les travaux n'ont été poussés au-dessous de la septième couche.

Dans la partie de la concession de Terre-Noire qui avoisine les hauts fourneaux du Janon, ainsi que dans la concession de Côte-Thiolière, la grande couche acquiert une puissance considérable. Dans la dernière de ces concessions, elle s'élève jusqu'à 8 ou 10 mètres : il est vrai que cette grande épaisseur paraît le résultat de la réunion des couches 2, 3 et 4.

Cette masse énorme de charbon se divise, en réalité, en quatre bancs distincts, ayant chacun 1m,50 à 2 mètres de puissance, et séparés les uns des autres par des bancs de schiste de 30 à 40 centimètres. (Voir la coupe N. S., fig. 4, pag. 529.) Au-dessous de cette grande masse, on rencontre, après avoir percé un banc assez épais de grès, la cinquième couche, dont la puissance est de 1m,50 à 1m,75. On n'a pas encore recherché les couches inférieures.

Succession des couches dans la partie du bassin située à l'O. de Saint-Étienne.

La partie située à l'O. de Saint-Étienne nous offre le même retour de couches que nous venons de signaler. Immédiatement à côté de la ville, au lieu dit les Basses-Villes, on retrouve la troisième ou grande couche. Elle y a même été exploitée anciennement à ciel ouvert, et aujourd'hui encore la plupart des caves du quartier de la ville de Saint-Étienne dit *Polignay* sont taillées dans le charbon. C'est la couche F du quatrième groupe de M. Beaunier. Sa puissance est de 7 à 8 mètres. Cette couche est fort irrégulière, parce qu'elle a été disloquée, à la fois, par le soulèvement N. S. et par le soulèvement du Pilat. Au-dessus de cette couche, existent les nos 4 et 5 de la coupe (fig. 3, pag. 526), que M. Beaunier a désignés, dans cette partie du bassin, par la lettre E. Ce système de couches se prolonge dans le haut de la vallée du Cluzel, jusqu'au coteau de Saint-Genest-Larpt.

Retour de la grande couche inférieure à l'O. de Saint-Étienne.

La grande couche plonge sous le mont Salson, point le plus élevé du terrain houiller (772 mètres). Un puits placé au sommet de cette montagne ne l'a rencontrée qu'à 320 mètres de profondeur, tandis que dans la plaine elle atteint rarement une profondeur de 60 mètres au-dessous du sol. Un autre puits, voisin du puits Salson, a traversé les six couches inférieures à la grande couche. Enfin un troisième puits rend presque certaine l'existence de la grande couche inférieure dont nous avons parlé ci-dessus, et que nous assimilons à celle du Cros. Nous donnerons bientôt quelques détails sur la coupe formée par ces trois puits, parce qu'elle fait connaître, à la fois, l'ensemble des couches de houille, et la succession de grès et de schiste qui compose le terrain houiller de Saint-Étienne.

Plus au N., au delà de la route de Saint-Étienne à Saint-Just, on peut poursuivre la grande couche sur une assez grande étendue. Elle a été exploitée au Quartier-Gaillard (couche L du quatrième groupe de M. Beaunier); elle plonge à l'E., et sa direction y est N. S. un peu O. Sa puissance est de 3 mètres. Elle est divisée en deux par un lit de nerf. Au-dessus on retrouve, à une faible distance, les deux couches supérieures; mais elles y



sont un peu plus épaisses que dans la mine du Treuil. La seconde couche, qui donne de la houille d'assez bonne qualité, a $1^{m},60$ de puissance. La première ne produit que du charbon terreux; néanmoins on l'exploite également.

D'après leur prolongement vers l'E., les couches du Quartier-Gaillard devraient passer à une grande profondeur au-dessous du système de couches de la mine du Treuil; mais la disposition du terrain houiller, dans la colline de Monthaut, décèle l'existence d'une faille qui a rejeté tout le terrain. Il est certain, du reste, d'après les travaux souterrains et les affleurements observés, que la grande couche du Quartier-Gaillard correspond exactement à la troisième du Treuil. Dans cette localité, la quatrième couche paraît réunie à la troisième. Au-dessous on trouve un puissant banc de grès; puis la cinquième couche, que l'on exploite également, et dont on peut voir l'affleurement au point culminant de la route de Saint-Étienne à Saint-Just. Si l'on continue à monter vers Saint-Just, on traverse successivement des couches du terrain houiller inférieures à la cinquième couche, et qui toutes plongent, à l'E., sous les couches du Quartier-Gaillard. La grande couche du Cluzel (A et B du quatrième groupe de M. Beaunier), qui se prolonge dans le sens N. S. jusqu'au Villards, d'une part, et jusqu'au mont Salson, de l'autre, doit passer au-dessous de la troisième du Quartier-Gaillard : elle représenterait donc probablement la grande couche inférieure que nous avons déjà signalée à plusieurs reprises. D'après toutes les considérations que nous avons émises ci-dessus, il y a lieu d'espérer qu'il existe dans le bassin de Saint-Étienne une seconde grande couche; mais ce fait important ne sera définitivement établi que lorsqu'au centre du bassin, au Treuil par exemple, on aura percé un puits qui aura traversé toutes les couches du terrain houiller.

Couches exploitées à Roche-la-Molière et à Firminy.

Pour compléter la description du bassin de Saint-Étienne, il nous reste encore à dire quelques mots des couches exploitées dans la concession de Roche-la-Molière et de Firminy. Dans la première de ces mines, on connaît dix couches, qui se montrent toutes au jour : leurs affleurements se dessinent sur les penchants des coteaux qui dominent le territoire houiller, par des lignes sinueuses et presque parallèles qui enveloppent le château de Roche du côté de l'E. La couche la plus élevée, désignée sous le nom de *Siméon*, et marquée par la lettre G sur la carte de M. Beaunier, semble correspondre à la troisième du Treuil. Deux petites couches immédiatement au-dessous,

et rencontrées par le puits Dolomieu (fig. 3, pag. 526), représentent la quatrième. La couche *Saignat* (F de M. Beaunier), dont la puissance est de 1^{m},80, exploitée également par le puits Dolomieu, serait alors la cinquième. La qualité de la houille du Saignat, qui est excellente, s'accorde avec la position de cette couche pour confirmer ce rapprochement. A 50 mètres au-dessous, on exploite la couche du *Pajrou* (E), qui serait le n° 6 du système du Treuil; puis, à une nouvelle distance de 56 mètres, on trouve la couche de la *Grille* (D), dont la puissance, d'après M. Beaunier, est de plus de 3 mètres. Cette couche, dont l'exploitation est abandonnée depuis plusieurs années, serait la *seconde grande couche* ou celle du Cros. Enfin il existe encore, dans la mine de Roche-la-Molière, trois couches A, B, C, que l'on n'exploite pas depuis fort longtemps, et qui sont inférieures à la seconde grande couche. Elles représenteraient les couches inférieures du Cluzel.

Retour de la grande couche inférieure dans la concession de Roche-la-Molière.

Dans la mine de Firminy, on a exploité à ciel ouvert, dans le bourg même, une couche très-puissante (E) de 10 mètres d'épaisseur au moins. La puissance considérable de la couche de Firminy, jointe à sa position, fait présumer qu'elle correspond à la troisième couche du système du Treuil, à laquelle se seraient réunies la deuxième et peut-être même la quatrième.

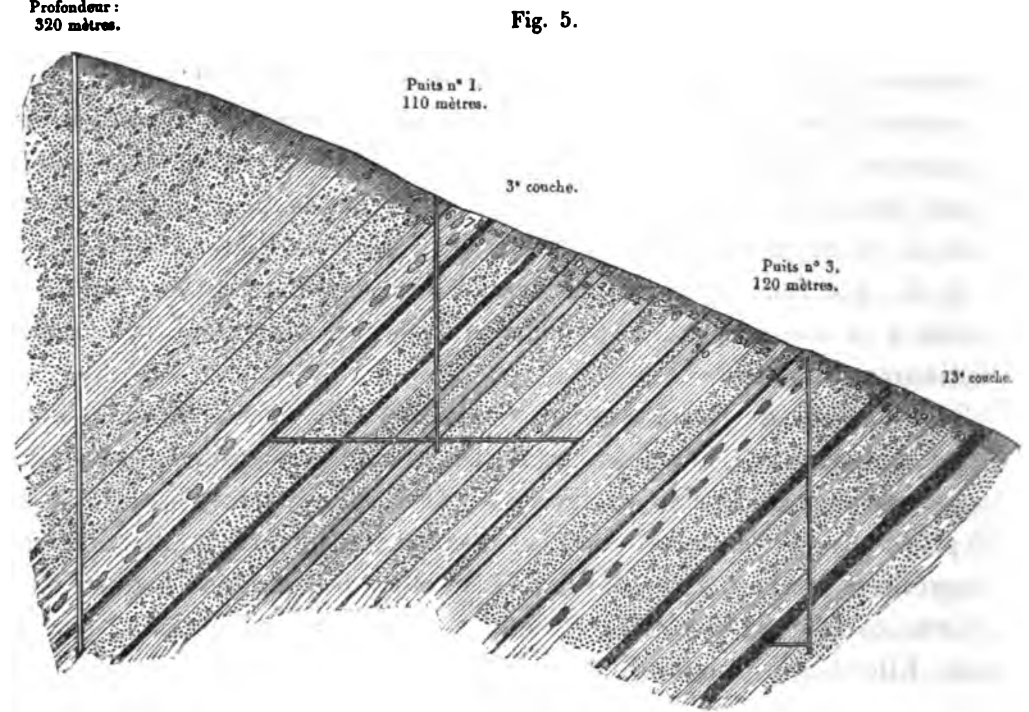
Cette couche est exploitée maintenant, dans la profondeur, par un puits. Elle donne une houille de qualité particulière. Elle est d'un brun noir, compacte, avec cassure fibreuse et rayonnée, et ressemble au charbon *raffaud* de Rive-de-Gier. Cette couche est recouverte par plusieurs bancs d'un charbon schisteux, mélangé de schiste argileux très-carburé. Au mur de la grande couche on connaît une seconde couche (D), également fort puissante, de 6 à 7 mètres, qui fournit du charbon de forge très-estimé. M. Grüner dit que « la couche D, quoique différente, par sa nature, de la « couche E, pourrait bien cependant être la même couche rejetée par une « faille. »

Les deux couches ont une direction N. S.; mais, en se rapprochant du pied de la chaîne du Pilat, les couches se détournent insensiblement pour se rapprocher de la direction de cette chaîne. Au-dessous de D, on a retrouvé encore les trois couches A, B, C, qui ne sont pas exploitées depuis 1815.

La coupe des puits ouverts près de Mont-Salson complétera la connaissance du terrain houiller de Saint-Étienne. Ces puits, ainsi que nous

l'avons déjà annoncé, traversent toutes les couches du système du Treuil, couches auxquelles nous rapportons celles de cette partie du bassin de la Loire. Elle nous permet, en outre, d'étudier la nature des roches qui séparent les différentes couches de houille.

Fig. 5.



Coupe des puits de Mont-Salson.

Succession des couches de houille aux environs de Mont-Salson.

Deux puits, portant les nos 1 et 2, ont recoupé la couche principale du bassin, celle que nous avons désignée sous le nom de *troisième couche*. Le 3e puits, situé à l'E. des deux premiers, fait connaître la grande couche inférieure. Le puits n° 2, placé sur le sommet même de Mont-Salson, a rencontré la couche principale à 320 mètres de profondeur, tandis que le puits n° 1, ouvert sur la pente de la colline, a recoupé cette couche à 35 mètres environ. En réunissant les données que fournissent ces trois puits, on trouve la succession suivante des couches, en commençant par la partie supérieure :

1° Grès de diverses natures, souvent un peu grossiers, formant la colline même de Mont-Salson. Ils constituent des couches nombreuses d'épaisseurs variables. Le puits n° 2 a traversé cette masse de grès sur une épaisseur de 120 mètres.

2° Schistes tendres, ébouleux, contenant des rognons de minerai de fer. 20 mètres.

3° Grès à grains fins, schisteux, micacé, alternant à plusieurs reprises avec du schiste en couches peu régulières : ce schiste contient des amas et des rognons irréguliers de grès ferrugineux. 30 mètres.

4° Grès peu dur, séparé, d'une manière nette, des couches qui l'avoisinent: il contient des troncs d'arbres passés à l'état de grès.

5° Schiste noir charbonneux : c'est dans cette assise qu'est placée l'ouverture du puits n° 1.

6° *Petite couche de houille,* de qualité inférieure, dite bâtarde, représentant la première de la série du Treuil.

7° Masse de schiste très-ébouleux, séparant la bâtarde de la seconde couche : elle contient des rognons de grès ferrugineux, disséminés de distance en distance. Le schiste s'endurcit à mesure qu'il s'approche de la seconde couche. Son épaisseur, qui est assez variable, est moyennement de 15 mètres; souvent elle se réduit à 10 mètres, et quelquefois, au contraire, elle atteint 20 mètres de puissance.

8° *Seconde couche de houille,* appelée dans le pays *planches de dessus,* parce que le charbon est schisteux et se brise facilement. Son épaisseur varie entre 1 et 2 mètres. Souvent cette couche est réunie à la troisième par la suppression du schiste intermédiaire.

9° Banc de schiste noir, charbonneux, avec empreintes, dont la puissance varie entre 0 et 2 mètres : le plus ordinairement elle est de $0^m,30$; de sorte que la seconde couche paraît former un lit supérieur de la troisième.

10° *Troisième couche, grande couche* ou *grande masse.* Cette couche, dont l'épaisseur et l'allure sont très-variables, est, pour ainsi dire, formée de la réunion d'amas puissants, séparés les uns des autres par des étranglements. Elle présente l'aspect général d'un chapelet, et, dans le passage d'un étranglement à un renflement, la couche devient verticale et inclinée dans différents sens. Souvent aussi on trouve, au milieu de la couche, des amas peu considérables de schiste feuilleté, tendre, gris jaunâtre, à feuillets courbes. On y rencontre, en outre et plus habituellement, du grès fin, d'un gris jaunâtre, imprégné de pyrites et de carbonate de fer. Ce grès, qui se casse en fragments rectangulaires, a reçu dans le pays le nom de *petit carreau :* cette disposition particulière le caractérise complétement, du moins

dans cette partie du bassin de Saint-Étienne. Le petit carreau existe ordinairement au mur de la couche, quelquefois aussi à son milieu. Quand la couche est régulière et puissante, sa cassure cubique est très-prononcée : le carreau est alors lui-même régulier, et a $0^m,06$ à $0^m,08$ de puissance, et il est très-dur. Dans les étranglements, le carreau s'amincit ; il se réduit à quelques lignes, et la roche qui le compose n'est plus qu'un schiste pyriteux gras et très-mou.

La troisième couche renferme souvent le charbon particulier désigné à Saint-Étienne sous le nom de *moure :* c'est un charbon très-tendre, terne, d'un noir mat et fort léger. Ce charbon, qui est, en outre, extrêmement gras, brûle avec une vivacité incomparable, et donne du coke de qualité supérieure. Cette variété de charbon forme des amas assez considérables, surtout près des étranglements. Il est exempt de pyrites et de matière terreuse.

11° Schiste formant le mur de la couche n° 3 : il est noir, très-charbonneux, et présente même quelques petites veines de houille. Il contient, en outre, beaucoup d'impressions végétales. La puissance de cette couche de schiste varie de $0^m,50$ à 2 et même 5 mètres. Son épaisseur est, le plus ordinairement, assez faible.

12° Grès dur, à couches épaisses et à gros grains. Quelques parties plus ferrugineuses se décomposent en boules. La puissance de ce grès varie de 10 à 40 mètres. Lorsqu'il est très-épais, il est coupé, aux deux tiers de sa hauteur, par une veine de schiste. Il est d'autant plus dur qu'il est moins épais : il est alors presque entièrement quartzeux et sans fissures. Lorsqu'il forme une masse puissante, il est rempli de feldspath en décomposition et devient très-tendre et très-fendillé.

13° La *quatrième couche* de houille succède presque toujours à cette masse de grès sans interposition de schiste. Elle fournit un charbon de qualité très-médiocre. Son épaisseur est de $1^m,50$ à 2 mètres.

14° Schiste noir, charbonneux, dur et se levant en grandes plaques, ou, comme on dit à Saint-Étienne, en *grandes planches.* Sa puissance ordinaire est de 6 mètres : elle varie cependant de 4 à 8 mètres.

15° Nouvelle couche de grès de 8 mètres.

16° *Cinquième couche de houille.* Son épaisseur est de $1^m,20$ à $1^m,50$; elle est sujette à des failles d'une petite hauteur, qui nuisent à sa régularité. Cette couche, qui donne du charbon de bonne qualité, laisse, en brûlant,

une cendre rouge, que nous avons déjà signalée comme caractéristique : cette circonstance, qui suffit pour la faire reconnaître, fournit un repère précieux pour classer les couches de houille du bassin de Saint-Étienne.

17° Schiste.
18° Grès. } Ces trois couches ont ensemble 12 mètres d'épaisseur.
19° Schiste.

20° *Sixième couche de charbon.* Cette couche, dont l'épaisseur moyenne est de 1m,50, est divisée en trois bancs par deux lits de schiste. L'un de ces bancs est presque exclusivement composé de la variété de charbon dite *moure.* Le mélange de schiste rend cette couche inexploitable. Sa division en trois bancs est générale dans tout le bassin de Saint-Étienne.

21° Schiste ébouleux, tendre et très-charbonneux, formant la séparation entre la sixième et la septième couche de charbon : il est chargé d'empreintes. Son épaisseur est de 6 mètres.

22° *Septième couche de houille.* Sa puissance est de 1 mètre à 1m,50. Elle fournit un charbon dur et de bonne qualité. L'exploitation de cette couche est très-difficile, à cause du peu de solidité de son toit.

23° Grès schisteux, à grandes empreintes charbonneuses. 12 à 15 mètres.

24° Schiste dur, avec empreintes nombreuses de fougères : il forme des couches très-régulières. 12 à 15 mètres.

25° *Huitième couche.* Elle est épaisse de 1 mètre à 1m,30. Le charbon est schisteux et très-impur ; aussi elle est regardée comme inexploitable.

26° Alternative de grès et de schiste : cette dernière roche prédomine. L'épaisseur de cette assise est de 25 à 30 mètres.

27° *Neuvième couche de houille.* Elle donne de bon charbon ; mais elle est inexploitable, à cause de sa faible puissance, qui est de 0m,50 à 0m,60.

28° Grès.
29° Schiste. } Épaisseur variable, environ 10 mètres.

30° *Dixième couche.* Charbon dur et de bonne qualité. Puissance, 1m,50.

31° Schiste.
32° Grès. } L'épaisseur du schiste et du grès est très-variable ; le grès néanmoins est dominant. La puissance de cette assise est d'environ 40 mètres.
33° Schiste.

34° *Onzième couche.* Inexploitable, à cause de l'impureté du charbon et de son épaisseur, qui est, au plus, de 1 mètre.

35° Schiste noir, en couches régulières, contenant des empreintes

végétales nombreuses et quelques rognons de fer carbonaté. 20 mètres.

L'ouverture du puits n° 3 est placée dans ce schiste et très-près de la onzième couche de charbon.

36° Grès dur, à gros grains, fendillé dans toutes les directions. 25 mètres.

37° *Douzième couche de charbon.* Cette couche, qui a pour toit immédiat le grès précédent, produit un charbon de très-bonne qualité. Elle est divisée en deux par un banc de schiste de 0^{m}, 20 à 0^{m}, 40 d'épaisseur. Sa puissance totale est de 2^{m},50 à 3 mètres.

On peut suivre l'affleurement de cette couche sur un développement de plus de 1,000 mètres, avec les mêmes caractères et surtout avec la même position relativement au grès. Ces circonstances différencient complétement cette couche de celle que nous avons désignée sous le nom de n° 3, laquelle est recouverte par un banc assez considérable de schiste. M. Grüner se fonde sur cette remarque importante, pour admettre l'existence d'une *grande couche inférieure,* qui doit, ainsi que nous l'avons dit, passer sous le puits de la pompe de la mine du Treuil, à une profondeur de 100 à 150 mètres au-dessous du niveau que ce puits a actuellement atteint.

38° Schiste tendre, ébouleux. 6 mètres.

39° Grande assise de grès divisée en bancs séparés les uns des autres par des lits minces de schiste de 0^{m},10 d'épaisseur au plus. La puissance de cette assise est très-variable. A Mont-Salson, elle est de 25 à 30 mètres; elle augmente en avançant vers le N.; un peu au delà de Mont-Salson, on la trouve de 40 mètres. Au Cluzel, elle atteint une épaisseur de près de 150 mètres. Elle acquiert un développement encore plus considérable en se dirigeant vers le Villards. Cette disposition explique pourquoi un des puits de la Chana, creusé au-dessous des couches supérieures pour recouper la *grande couche inférieure,* a atteint une profondeur énorme sans rencontrer cette couche.

40° Schistes moyennement durs, noirs et charbonneux. 8 mètres.

Grande couche inférieure des exploitations de Mont-Salson.

41° *Treizième couche.* Son épaisseur moyenne est de 10 à 12 mètres. Très-régulière à Mont-Salson, surtout sur le pendage, son épaisseur semble accroître sur son inclinaison. Au Villards et au Cluzel, elle est séparée en deux bancs par un lit schisteux de 1 à 2 mètres de puissance. Cette intercalation n'existe pas à Mont-Salson. Cette couche ne présente pas l'accident dit petit carreau, que nous avons mentionné à la couche 3. Le

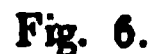
charbon est dur, et renferme plus de cendres que cette dernière couche.

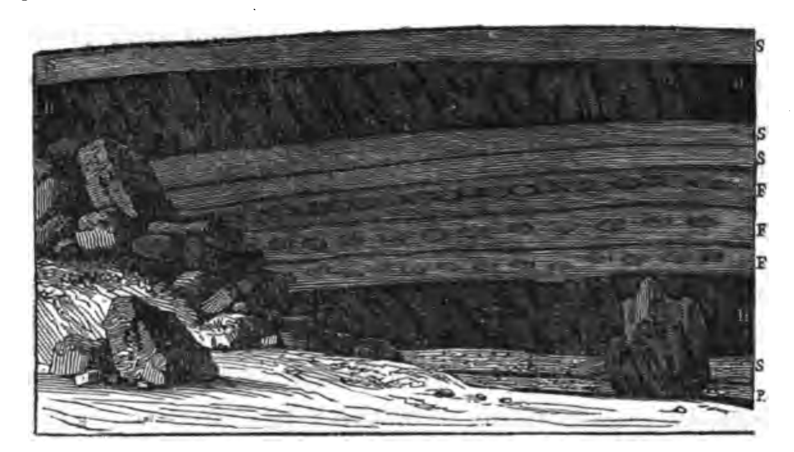
Les couches n° 3 et n° 13 paraissent bien distinctes l'une de l'autre. Quelques personnes ont pensé que la dernière pourrait n'être que le prolongement de la première rejetée. Mais la différence de nature des roches qui servent de toit à ces deux couches ne permet pas d'admettre cette supposition. La coupe que nous venons de détailler met ces différences dans tout leur jour, et fait concevoir l'espérance que le terrain houiller de Saint-Étienne, déjà si riche, le deviendra encore par de nouvelles recherches dans la profondeur.

Le puits n° 3 a traversé entièrement la couche n° 13, et a mis à nu le mur de cette couche, qui est un schiste noir assez tendre.

Minerai de fer associé à la houille.

Nous avons annoncé qu'on trouve fréquemment, au milieu des schistes qui séparent les couches de houille, des rognons de minerai de fer carbonaté, disséminés d'une manière irrégulière. Ces rognons, ordinairement trop peu nombreux pour donner lieu à une exploitation utile, forment cependant, dans le bassin de Saint-Étienne, quelques couches régulières. Feu M. de Gallois, ingénieur en chef des mines, auquel Saint-Étienne est redevable, en partie, de sa prospérité, par l'introduction du travail du fer à l'anglaise, a découvert deux mines de fer en couches, dont l'une est encore exploitée pour le service des fourneaux de Terre-Noire.


Fig. 6.



Disposition du fer carbonaté lithoïde dans la mine du Treuil.

F. Minerai de fer en rognons contigus.
H. Couches de houille.
S. Schiste houiller avec nombreuses empreintes végétales.

Dans la première, connue sous le nom de *mine du Cros,* le minerai de fer constitue trois couches : deux, irrégulières, se composent de rognons isolés au milieu de l'argile schisteuse; la troisième, régulière, est épaisse de $0^m,40$ à $0^m,70$: elle est comprise entre les deux couches irrégulières, dont elle n'est séparée que par des lits d'argile schisteuse, qui peuventavoir $0^m,15$ d'épaisseur. Cette bande de minerai de fer est intercalée entre deux couches de houille.

La seconde mine de fer est celle du *Treuil,* près de Saint-Étienne.

Le minerai y forme également une zone comprise entre deux couches de houille qui, par leur épaisseur et leur position dans le terrain houiller, paraissent correspondre aux deux couches de houille du Cros. L'épaisseur de la zone ferrifère est de 4 mètres environ. On exploite trois couches au Treuil.

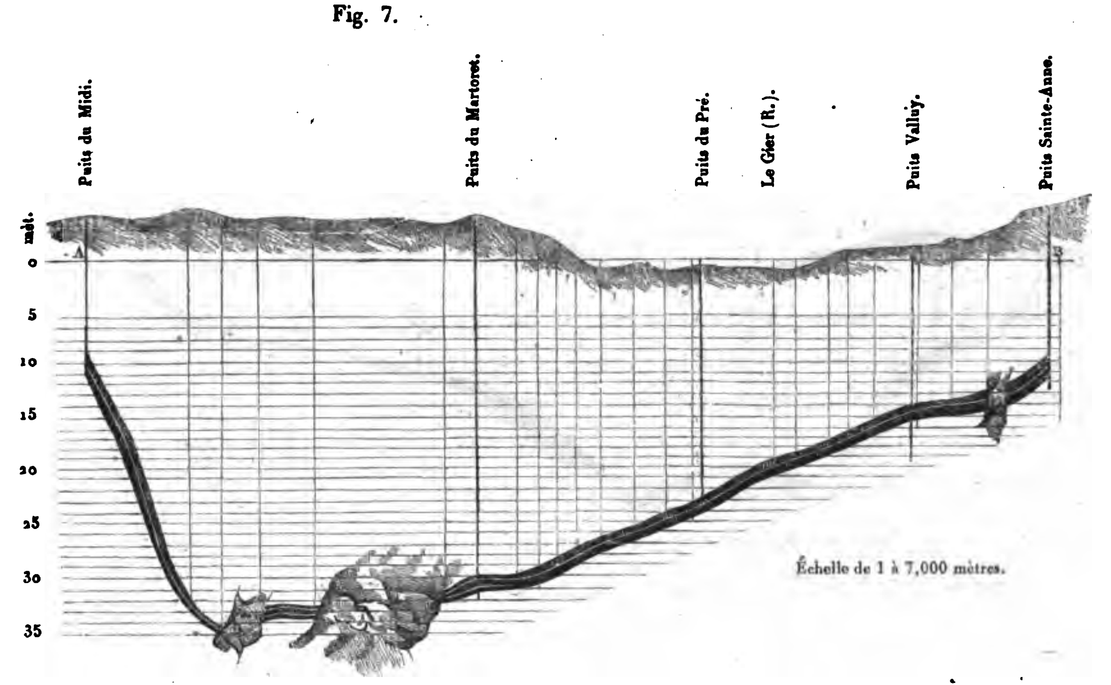
L'une d'elles, la supérieure, est presque continue, et le minerai y est en plaquettes; dans les deux autres, les rognons sont fort riches, mais inégalement distants, de sorte que ce gisement est irrégulier. Le minerai de fer est intercalé au milieu de l'argile schisteuse: ce minerai est accompagné de taches de galène, de blende et de cristaux de baryte sulfatée. Le dessin précédent montre la disposition du minerai de fer.

Bassin de Rive-de-Gier.

La partie du bassin de la Loire que nous avons désignée sous le nom de *Rive-de-Gier* est resserrée entre deux chaînes de montagnes anciennes. Les couches de terrain houiller, pliées par le soulèvement de ces chaînes, sont disposées parallèlement à leur direction, et semblent avoir été moulées en berceau renversé sur l'ancien sol, où elles ont donné naissance à une nouvelle vallée encaissée dans la vallée primitive. Il résulte de cette disposition que les couches, horizontales ou légèrement arquées dans la profondeur, se redressent rapidement sur les deux parois du vase primaire pour atteindre le jour. Ce redressement n'est pas uniforme sur les deux parois : au N. O. il dépasse rarement 20 degrés, tandis qu'au S. E. les couches sont presque verticales. La plus grande largeur du bassin de Rive-de-Gier, perpendiculairement à la vallée, ne dépasse pas deux kilomètres. Dans les puits les plus profonds, la grande masse se trouve à peu près à 300 mètres de la surface du sol.

Les deux dessins ci-après donnent une idée précise de cette disposition, habituelle, du reste, aux terrains houillers.

Fig. 7.

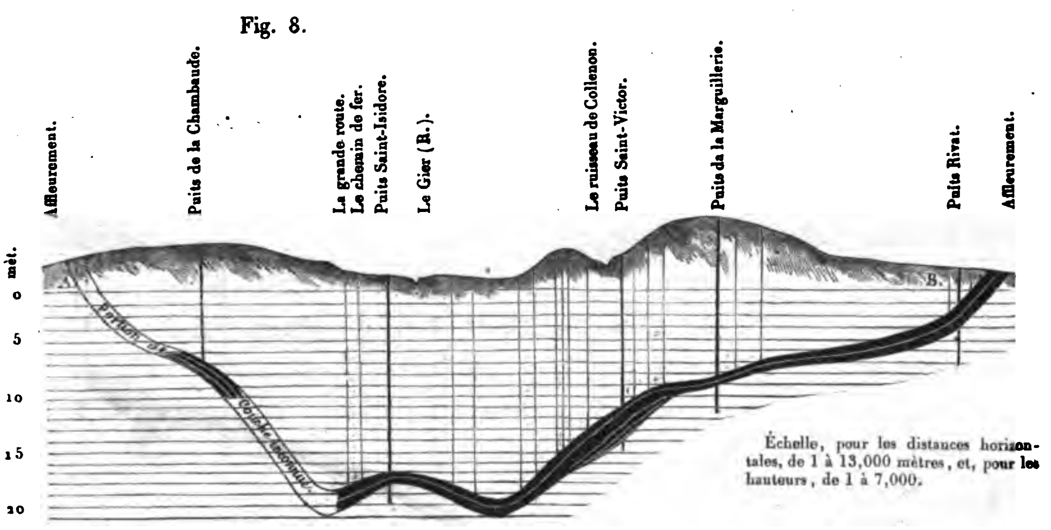


A, B. Ligne horizontale passant par l'orifice du puits Bourret.

Coupe transversale du terrain houiller de Rive-de-Gier, faite suivant la ligne α ϐ de la carte, page 517.

Les deux coupes que nous donnons sont le résultat du relevé des plans des mines de Rive-de-Gier. On remarquera que les couches se relèvent presque verticalement au S., c'est-à-dire sur la chaîne du Pilat, tandis qu'elles ont une pente assez douce vers le N. Dans la coupe qui précède, la couche de houille est connue sur toute la largeur du bassin; seulement elle présente, dans la profondeur, un brouillage qui dérange fortement les couches. Elle est divisée, dans toute son étendue, en deux parties, par l'interposition d'une veine de schiste. Dans la coupe suivante, la couche de houille n'est pas connue dans toute sa longueur; mais il est très-facile de relier entre elles les différentes parties de cette couche par les travaux des puits Saint-Isidore et de Chambaude. Elle éprouve un renflement très-considérable dans la pente qui se relève vers le N., ainsi qu'on le voit au puits Saint-Victor, où la puissance de la couche de charbon est presque doublée. Seulement, dans cette partie du bassin, elle est divisée en quatre veines différentes, par l'interposition de lits d'argile schisteuse.

Fig. 8.



A, B. Ligne horizontale passant par l'orifice du puits Bourret.

Coupe transversale du terrain houiller de Rive-de-Gier, suivant la ligne γ δ de la carte, pag. 517.

Les couches de Rive-de-Gier sont plus régulières que celles de Saint-Étienne. Elles sont, en outre, beaucoup moins nombreuses. Quelques personnes pensent, ainsi que nous l'avons indiqué plus haut, qu'elles représentent le second système de couches du bassin de la Loire.

On connaît à Rive-de-Gier huit couches de houille, que l'on retrouve dans la plupart des exploitations; seulement leur épaisseur est variable, surtout pour la couche supérieure dite *grande masse,* dont la puissance, moyennement de 8 mètres, atteint quelquefois 15 mètres d'épaisseur, et se réduit, dans certaines mines, à deux mètres. Voici l'ordre et la puissance de ces différentes couches, en commençant de bas en haut :

1° La couche la plus inférieure, exploitée dans quelques mines seulement, présente environ $1^{m},25$ de puissance : elle est désignée sous le nom de la *mine bourrue.* Son toit et son mur sont composés d'un grès schisteux.

2° A une distance variable de 5 à 12 mètres au-dessus, on trouve la couche dite *dernière mine,* n'ayant que $0^{m},1$ à $0^{m},2$ d'épaisseur moyenne.

3° La *petite bourrue,* située à 3 ou 4 mètres au-dessus de la dernière mine, n'a que quelques centimètres de puissance.

4° Les *deux bâtardes* constituent deux couches séparées par un banc de grès d'environ 1 mètre d'épaisseur. La première a 1 mètre à $1^{m},50$ de

puissance ; la seconde, de $1^m,50$ à 2 mètres. Ces couches se rencontrent à 15 mètres environ au-dessus de la petite bourrue.

5° A 15 mètres environ au-dessus des bâtardes, on trouve une couche de $0^m,2$ de puissance, qui porte le nom de *seconde petite mine*, ou *seconde mine de la découverte*.

6° A 8 mètres au-dessus, on rencontre encore une petite veine de la même épaisseur que la précédente.

7° La *grande masse*, située à 35 mètres environ au-dessus de la précédente, forme la principale couche de Rive-de-Gier. Elle est divisée en deux parties à peu près égales par un lit de grès à grains fins, connu des mineurs sous le nom de *nerf blanc*, et qui a environ 2 mètres d'épaisseur. La partie inférieure de la grande masse a de 3 à 4 mètres d'épaisseur : elle porte le nom de *raffaud*. Le banc supérieur, appelé *maréchal*, a de 3 à 4 mètres de puissance moyenne.

8° Enfin, à 32 mètres au-dessus de la grande masse, on rencontre une petite couche de $0^m,30$ à 1 mètre de puissance, qui porte le nom de *mine de la découverte*.

De toutes ces couches, trois seulement sont exploitées : ce sont la *grande masse*, les *bâtardes* et la *mine bourrue*.

Toutes les mines importantes sont ouvertes sur la grande masse ; mais elle commence à s'épuiser sur bien des points. Cette couche, assez sujette à des étranglements qui font presque disparaître le charbon, présente une singularité remarquable : c'est qu'on peut retrouver son prolongement en suivant le nerf blanc, qui ne manque presque jamais. Cependant cette règle générale, si importante pour les mineurs de Rive-de-Gier, a offert une exception dans la grande masse de l'exploitation de Couzon, où le nerf blanc n'existe pas.

La régularité des couches de houille de Rive-de-Gier, souvent interrompue par des étranglements, l'est fréquemment encore par des failles, appelées *crains* dans le pays, et à la rencontre desquelles les couches paraissent cesser complétement. Il y en a un, surtout, très-considérable, et qui mérite d'être particulièrement cité : c'est celui qui porte le nom de *grand crain de Mouillon*. Il court parallèlement au Gier et est situé au N. O. de cette rivière. Le rejet qu'il a produit est d'environ 120 mètres.

On n'a connu pendant longtemps que la partie des couches situées au

N. O. de ce grand crain. Les principales exploitations étaient alors dans les contrées de Mouillon, de Gravenand et des Grandes-Flaches.

L'approche d'une faille ou d'un crain est annoncée par le peu d'ordre et de suite dans la stratification du terrain. Les bancs sont brisés et contournés, et les couches de houille sont peu épaisses et mal suivies.

Nature de la houille.

Les houilles de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier sont, généralement, de bonne qualité. Il existe néanmoins une grande différence suivant les couches : la houille peu bitumineuse et mêlée de schiste est désignée sous le nom de *bâtarde ;* celle qui est homogène, bitumineuse, dure, et dont la cassure est brillante et les fragments assez gros, est appelée *raffaud;* enfin, lorsque le charbon est très-bitumineux, homogène, qu'il est d'un beau noir, légèrement friable, et que sa cassure est brillante, on lui donne le nom de *houille maréchale.*

Qualités différentes de la houille.

Pour les usages de l'industrie, on distingue :

1° Les houilles *maréchales,* excellentes pour la forge, produisant, par la combustion, un coke très-boursouflé ;

2° Les houilles *dures à la forge,* qui ont une certaine tendance à être anthraciteuses;

3° Les houilles *à longue flamme,* moins propres à la forge, mais très-recherchées pour la grille et le chauffage domestique. Ces houilles ressemblent beaucoup, par leurs propriétés, au flénu de Mons.

La partie supérieure de la grande masse, dite houille maréchale, fournit le meilleur charbon: il est très-collant, se divise en fragments grossièrement rectangulaires d'un beau noir, possède un éclat gras, et fournit un coke très-boursouflé. Elle est composée, d'après M. Regnault[1], de la manière suivante :

Cendres	1,80
Charbon	67,20
Matières volatiles	31,00
	100,00

La partie inférieure, dite *raffaud,* de cette même couche, fournit encore une houille maréchale, mais beaucoup plus dure, plus difficile à brûler et moins homogène. On y rencontre çà et là des veinules plus brillantes. Elle

[1] *Recherches sur les combustibles fossiles.* (*Annales des mines*, 3e série, tom. XII, pag. 197.)

est schisteuse et donne un coke moins boursouflé que la houille maréchale. Le raffaud contient :

Cendres	1,40
Charbon	68,80
Matières volatiles	29,80
	100,00

La couche dite *bâtarde* se rapproche du raffaud. Elle appartient à la seconde espèce dite *dure à la forge*. Elle est plus riche en carbone que les deux houilles précédentes, et présente de l'analogie avec l'anthracite. Celle provenant du puits Henry, dans l'exploitation de Corbègre, est composée de :

Cendres	3,00
Charbon	74,00
Matières volatiles	23,00
	100,00

Les mines exploitées sur la couche de la *bourrue* donnent la 3e qualité, peu propre à la forge, mais qui est très-recherchée pour les chaudières et le chauffage domestique. Cette houille a un éclat moins vif et moins gras que les précédentes. Sa texture est schisteuse. Elle produit un coke boursouflé, mais peu brillant. Sa composition est :

Cendres	3,60
Charbon	68,40
Matières volatiles	28,00
	100,00

BASSIN HOUILLER DE TERNAY ET DE COMMUNAY.

Il existe sur la rive gauche du Rhône, et immédiatement à l'extrémité du terrain houiller de Rive-de-Gier, un petit bassin houiller désigné sous le nom de Ternay et de Communay, emprunté aux deux concessions qui y ont été instituées il y a quelques années.

Ce bassin, quoique entouré de tous côtés par les roches primitives dans lesquelles il est encaissé, nous paraît une dépendance du terrain houiller

de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier. En effet, ce terrain se prolonge presque sans discontinuité jusqu'à Montrond, position tellement rapprochée de Ternay, qu'il est impossible de supposer que la houille exploitée dans cette dernière localité ne fasse pas partie du bassin de Saint-Étienne. L'arête de gneiss qui les sépare est due à l'irrégularité du vase ancien dans lequel la houille s'est déposée, et les relèvements qui existent dans l'intérieur des mines de Rive-de-Gier annoncent la présence de semblables arêtes qui ne se sont pas élevées jusqu'au jour. La différence que l'on remarque entre l'abondance et la nature de la houille de Saint-Étienne et de Ternay a pu faire penser que les exploitations appartenaient à deux bassins distincts; mais ces différences sont une conséquence de ce que l'on observe dans le bassin même de Rive-de-Gier, dans lequel les masses houillères perdent en puissance et se modifient dans leur composition en s'avançant vers le N.

Le terrain carbonifère de Ternay et de Communay dessine, en quelque sorte, le fond d'un ancien golfe, présentant sur la plaine de Chassagne un port circulaire, lequel communique au grand bassin situé en Communay, à l'aide d'un goulet en travers de la Combe-de-Chalan[1]. La partie du terrain houiller située sur le communal de Chassagne s'élève au-dessus des autres parties de la même formation. Le grès y montre des affleurements sur toute sa circonférence; aussi elle est connue depuis longtemps, et on y a fait, à différentes époques, des travaux, dont les plus anciens remontent à 1748.

L'épaisseur de la formation houillère paraît y être assez considérable : un puits approfondi jusqu'à 200 mètres a rencontré une couche de houille de $0^{m},45$ à $0^{m},50$ de puissance, qui a été exploitée pendant quelque temps.

La seconde partie, qui met en communication les exploitations de Chassagne et celles de Communay, a la forme d'un boyau allongé de l'E. à l'O. On y a reconnu l'existence de deux couches de houille, ayant chacune environ $0^{m},15$ de puissance. Le charbon qu'elles produisent, sec et anthraciteux, est, en outre, assez impur.

La troisième partie du terrain houiller, qui porte spécialement le nom de Communay, s'évase très-fortement. Les couches y affectent des orien-

[1] Ces détails sur le terrain houiller de l'Isère sont extraits d'un Mémoire de M. Fournet, professeur de minéralogie et de géologie à la faculté des sciences de Lyon, intitulé : *Description géologique du bassin houiller des environs de Ternay et de Communay, etc.* (*Annales des sciences physiques et naturelles de Lyon.*)

tations assez différentes, qui montrent qu'elles ont subi des dislocations nombreuses.

Le puits Gueymard, qui a été creusé jusqu'à la profondeur de 122 mètres, a fait connaître la succession des couches suivantes :

Sept couches de grès houiller ayant une épaisseur totale de...	62^m
Une couche de schistes à empreintes végétales...............	6
Quatre couches de grès, entre lesquelles existe une première veine de houille de 0^m,12 de puissance....................	28
Deux couches de schistes à empreintes végétales, séparées par une veine très-mince de grès..........................	10
Deux couches de grès..............................	16
	122

Retour de schistes, avec lesquels sont arrivées les eaux qui ont mis fin au creusement du puits.

La petite couche de houille mentionnée dans cette coupe est plus bitumineuse que celle trouvée dans les autres parties du bassin. Cette circonstance, jointe à la présence de nombreuses empreintes végétales, donne l'espérance que les travaux entrepris seront couronnés de succès.

La houille de Communay a donné à M. Fournet la composition suivante :

	Menu.	Perat.
Carbone......................	74	80,10
Cendres......................	17	12,50
Matières volatiles...............	9	7,40
	100	100,00

Cette houille, sèche et anthraciteuse, ne se boursoufle pas en brûlant ; elle produit une flamme analogue à celle du coke, et, sous ce rapport, la houille de Communay serait impropre au chauffage des chaudières. Mélangée avec de la houille de Saint-Étienne ou de Rive-de-Gier, elle est d'un emploi avantageux.

TERRAIN HOUILLER DE SAINTE-FOY-L'ARGENTIÈRE.

La petite vallée de la Brevenne, qui prend sa source dans les montagnes anciennes situées au S. O. de Lyon, présente, dans sa partie supérieure,

un bassin houiller allongé du S. O. au N. E. dans le sens de la vallée; il reçouvre le fond, sur une longueur d'environ 10,000 mètres et une largeur de 2,000. Le terrain houiller repose immédiatement sur les couches de gneiss et de schiste micacé, dont la direction constante est N. 24 à 30° E. Cette direction étant la même sur les deux parois de la vallée, il en résulte que le terrain houiller a été déposé dans une dépression du terrain ancien, et non dans un pli, comme cela a lieu pour la plupart des petits lambeaux houillers qui sont disposés suivant une ligne N. 15° E. Il est, en outre, probable que la formation de ce terrain est postérieure à celle des porphyres si abondants dans la chaîne de Tarare. Du moins, on voit, sur la rive gauche de la Brevenne, aux environs de Sainte-Foy, des filons de porphyres granitoïdes qui coupent les strates du gneiss et ne se prolongent pas dans le terrain houiller.

La direction des couches de ce terrain est comprise entre E. 5° S. à O. 5° N., et E. 20° S. à O. 20° N. Elles sont beaucoup moins inclinées que les strates du gneiss : ceux-ci plongent sous un angle de 70 degrés vers le N., tandis que les couches du terrain houiller ont, au plus, une inclinaison de 30 degrés. L'ensemble des couches n'offre pas de plissement; elles ne présentent qu'une seule inclinaison assez forte vers l'E. Le terrain houiller de Sainte-Foy a cependant éprouvé des accidents assez considérables, qui se sont manifestés par des failles. Une d'elles paraît avoir rejeté la couche en exploitation de 32 à 33 mètres. La continuité de la couche de houille est, du reste, indiquée par une veine de charbon qui sert de guide dans la recherche du rejet.

Le grès houiller de Sainte-Foy a une teinte verdâtre. Il est très-feldspathique, contient une grande quantité de fragments de gneiss; et on voit que cette roche a été formée aux dépens du terrain dans lequel elle est encaissée.

On connaît trois couches de houille dans ce petit bassin : la plus puissante, qui possède à peu près 1^{m},80 d'épaisseur, est la seule exploitée; les deux autres sont trop mélangées de schiste pour être d'un emploi avantageux. La houille de Sainte-Foy est à longue flamme, mais sèche et peu collante; elle est employée principalement à l'usine à cuivre de Chessy et au chauffage des chaudières.

On a trouvé encore, dans la vallée de la Brevenne, un peu au-dessous

de Sainte-Foy, près de Courzieux, un second petit dépôt houiller; il est séparé de celui de Sainte-Foy par un étranglement qu'éprouve la vallée par la présence d'une masse de roches amphiboliques. La longueur de ce petit bassin est, au plus, de 3,000 mètres, et sa largeur de 500. Il est composé de sable, de grès et d'argile schisteuse fortement colorée en noir. Cette dernière roche incline vers le S. E. et présente la direction du Pilat. On n'a reconnu jusqu'à présent, dans le petit bassin de Courzieux, qu'une seule couche de houille de $0^{m},50$ de puissance, trop faible pour être exploitée avec avantage : aussi les diverses recherches entreprises dans cette localité ont été successivement abandonnées.

BASSIN DE L'ARBRESLE.

La compagnie des mines de cuivre de Chessy a fait exécuter, à plusieurs reprises, des recherches sur un petit dépôt houiller situé un peu à l'O. de l'Arbresle. Jusqu'à présent les travaux n'ont fait connaître que des rognons de houille sans continuité. Ce bassin est presque entièrement masqué par les alluvions de la Turdine, et par les couches de grès bigarré qui le recouvrent en stratification discordante. Du reste, ce terrain houiller est caractérisé par de belles et nombreuses empreintes végétales, que l'on a trouvées dans le schiste charbonneux. Les couches en sont fortement redressées.

BASSIN DE SAINTE-PAULE.

Ce lambeau de terrain houiller, situé au N. et à une petite distance de la ville d'Yoingt, est un peu plus important que les deux précédents, en ce qu'on y a reconnu la houille. Mais, jusqu'à présent, les recherches entreprises n'ont donné que du charbon se délitant en écailles et brûlant avec peine. La difficulté que l'on éprouve à se procurer du charbon de Rive-de-Gier, dans cette partie des montagnes de Tarare, donne une certaine importance au terrain houiller de Sainte-Paule : aussi, malgré la mauvaise qualité de charbon qu'elle produit, cette localité a-t-elle tenté les spéculateurs à différentes époques.

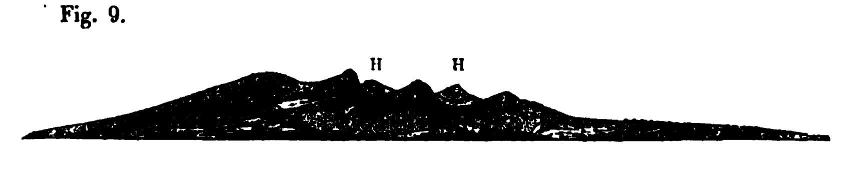
Le terrain houiller de Sainte-Paule est composé de couches de poudingue, de grès schisteux, d'argile carburée, et d'une seule veine de houille peu épaisse et fréquemment interrompue par des rejets. Le pou-

dingue, différent de celui du terrain de Saint-Étienne, est composé presque exclusivement de galets de quartz provenant de la destruction du terrain de transition. Cette circonstance a fait regarder par quelques personnes le terrain de Sainte-Paule comme plus moderne que le terrain de Saint-Étienne; mais le grès bigarré repose dessus en couches horizontales, ce qui en établit l'âge d'une manière certaine. La position verticale des couches du terrain houiller de Sainte-Paule en facilite l'étude; elle nous a convaincus que cette localité n'était pas appelée à donner lieu à une exploitation utile. En effet, l'épaisseur de ce terrain est, au plus, de 150 mètres, et les schistes charbonneux y sont même fort rares.

TERRAIN HOUILLER DE L'ARDÈCHE.

Le bassin houiller situé près de Prades, dans le département de l'Ardèche, forme une espèce de parallélogramme allongé du N. E. au S. O., dont l'axe serait le ruisseau de Salendre. Il est circonscrit de toutes parts par le granite. Le grès du lias s'en approche à l'E. à quelques centaines de mètres, mais le terrain primitif émerge entre deux. A son extrémité N., il est presque divisé en deux bassins distincts par une arête saillante du terrain ancien, ainsi que la figure ci-après le montre.

Fig. 9.



y. Terrain ancien. H. Terrain houiller.

Les couches du terrain houiller, quoique verticales, sont fort régulières; leur direction est dans le sens de l'allongement du bassin : elle correspond assez exactement à la ligne de séparation des terrains anciens et des terrains secondaires, et le plongement du grès houiller est vers l'E., comme celui des couches du calcaire du Jura.

Le terrain houiller se compose d'une suite de couches de grès dur à grains moyens, et de schiste argilo-bitumineux presque sans consistance. Les couches de grès, en général d'une faible puissance, atteignent rarement 1 mètre : elles sont fort peu contournées dans leur ensemble.

Les couches de houille sont assez nombreuses, mais peu suivies. Elles commencent et finissent en pointe, soit dans la profondeur, soit sur leur allongement. Elles forment plutôt des veines que des couches: car rien ne motive leur rétrécissement, qui n'est accompagné, ni de failles, ni de crains. Ces couches se divisent en deux groupes : le premier, près de la limite N. E. du bassin, comprend trois couches principales d'une exploitation avantageuse, mais qui malheureusement sont presque entièrement épuisées. Les deux premières, séparées par 5 ou 6 mètres de rocher, ont $1^{m},80$ et 2 mètres de puissance; la troisième n'a que $0^{m},50$ d'épaisseur.

Le second groupe se compose de cinq couches, désignées par les ouvriers sous les noms de la Bèque, Issartel, la Prade, la Glandette et la Crouzonne. Leur épaisseur moyenne est de deux mètres. Plusieurs sont déjà épuisées. La première est maintenant le siége de travaux fort étendus, qui ont 400 mètres d'allongement sur 60 de profondeur. La figure ci-dessous, qui donne une coupe du bassin à son extrémité S., fait connaître la position relative de ces deux groupes de couches, séparés par une assise puissante de grès houiller à grains fins. Elle montre également que le terrain houiller est encaissé de tous côtés dans le terrain ancien.

Fig. 10.



y. Gneiss formant les parois du bassin houiller. H. Terrain houiller. ω. Basalte.

Les mines de l'Ardèche produisent un charbon sec et friable qui ressemble à l'anthracite : ces exploitations ne fournissant presque que du menu, l'emploi de ce charbon est restreint à la consommation locale.

Le bassin houiller de l'Ardèche s'étend à l'O. d'Aubenas, dans les communes de Niaigles, de Prades et de Banne. Il comprend trois concessions : Prades-et-Niaigles, Pigère-et-Mazel, et Salle-Fermouse, ayant ensemble une surface de 6,437 hectares.

BASSIN HOUILLER D'ALAIS.

Le terrain houiller d'Alais est déposé au pied des Cévennes, sur le revers qui regarde le Rhône; il s'étend du N. au S. sur une longueur de 32,000 mètres environ, depuis les Vans jusqu'à Alais. Sa plus grande largeur, à la hauteur de Portes, est de 14,000 mètres. Une chaîne de schiste micacé, qui court au S. E. et s'avance vers Saint-Jean-de-Valériscle, divise ce terrain houiller en deux bassins distincts : le premier, au N., est celui de Saint-Ambroix; le second, au S., est désigné spécialement sous le nom de bassin d'Alais. Cette division n'est, du reste, qu'apparente : le terrain houiller tourne autour de la saillie du terrain ancien, et s'élargit seulement dans ces deux baies contiguës, appartenant à la même falaise granitique[1]. La disposition du terrain houiller, qui suit les anfractuosités du schiste micacé, pourrait peut-être faire supposer que le premier terrain s'est déposé au pied de montagnes anciennes, dans la position où nous l'observons; mais le relèvement des couches de grès et de houille, qui plongent toutes, en s'éloignant du terrain ancien, sous des angles de 30 à 40 degrés, montre suffisamment qu'elles ont été redressées par le soulèvement des roches cristallines. Le promontoire qui sépare le terrain houiller en deux parties, et dont la hauteur atteint jusqu'à 700 mètres d'élévation à son extrémité S. (à la cime du Rouvergue), paraît même avoir été une des causes les plus puissantes des contournements que leurs couches présentent sur plusieurs points.

La limite O. du terrain houiller est parfaitement connue; elle est marquée par les roches anciennes sur lesquelles elle s'appuie, et l'on voit la ligne de contact des deux terrains sur presque toute sa longueur. On n'a pas encore déterminé les extrémités E. et S. du bassin d'Alais. Dans ces directions, le terrain houiller s'enfonce sous le calcaire jurassique, et jusqu'ici aucuns travaux n'ont été faits pour en tracer les limites d'une manière

[1] Vingt concessions, occupant ensemble une surface de 26,888 hectares, y ont été instituées. Ces concessions sont désignées sous les noms suivants : Rochebelle, Trescot-et-Pluzor, la Grand'Combe, la Levade, Champclauson, la Fénadou, Saint-Jean-de-Valériscle, Bessège-et-Molière, Portes-et-Sénéchas, Lalle, Olympie, Trelys-et-Palmesalade, Combérédonde, Cessous-et-Trébian, Malataverne, Bordezac, Salles-de-Ganières, Martinet-de-Ganières, Cavillac et Soulanon.



certaine. Quelques déchirements naturels du sol ont mis le terrain houiller à nu, au milieu même du pays calcaire. On le retrouve particulièrement sur la rive droite du Gardon : il y constitue les collines de Montaut et de Cendras, qui font suite l'une à l'autre, et qui renferment des mines précieuses par leur proximité de la ville d'Alais, dont elles sont, au plus, distantes de 2 kilomètres. Les mines de Mas-Dieu, de Pradel, de Saint-Jean-du-Pin, sont également ouvertes, en quelque sorte, au milieu du sol calcaire.

Le bassin de Saint-Jean-de-Valériscle, remarquable par l'extrême régularité et le peu d'inclinaison de ses couches, est un autre témoin du terrain houiller ; il forme une île entièrement isolée au milieu du calcaire du Jura, et il a été découvert par le creusement de la vallée d'Auzonnet, qui court presque E. O. depuis Saint-Jean-de-Valériscle jusqu'à Saint-Florent. Ce bassin offre un grand intérêt, puisqu'il fait connaître le point le plus avancé du terrain houiller suivant la pente générale. La régularité des couches, leur direction et le peu de dérangement qu'elles ont subi, donnent à penser que ce serait dans le sens de la vallée d'Auzonnet qu'il serait utile de rechercher le prolongement du terrain houiller d'Alais.

A l'exception du bassin de Saint-Jean-de-Valériscle, les îlots de terrain houiller qui surgissent au milieu des calcaires sont de peu d'importance par eux-mêmes; mais leur étude est néanmoins d'un grand intérêt, puisqu'ils montrent que le terrain houiller peut se prolonger assez loin à l'E.

Roches du terrain houiller.

Le terrain houiller d'Alais présente une assez grande analogie avec celui de Saint-Étienne, placé sur la même pente des montagnes anciennes du centre de la France. Il se compose, en grande partie, de grès, lequel occupe plus des deux tiers de l'épaisseur totale de cette formation. On le trouve sur presque tous les points de la ligne de contact du terrain houiller et du schiste micacé, où il forme des couches nombreuses et puissantes. Près d'Alais, il constitue même des montagnes assez élevées, et on voit cette roche encaisser le lit du Gardon sur une grande étendue. Quelquefois, au contact même du schiste micacé, le grès est à l'état de poudingue : il enferme alors des galets de quartz blanc laiteux et de roches feldspathiques, réunis par un ciment siliceux. Les galets qui entrent dans la composition de ce poudingue sont souvent anguleux et légèrement roulés; la pâte, peu abondante, est argileuse et contient quelques paillettes de mica. L'épaisseur de ce poudingue n'est pas considérable, mais le grès qui lui succède, et que l'on pourrait dési-



gner par le nom de poudingue miliaire, est abondant; les galets quartzeux y sont de la grosseur d'un pois : leur surface est moirée, comme si elle avait été corrodée par le ciment siliceux qui les réunit. Sous ce rapport, il y a une grande analogie entre ce grès inférieur et le millestone grit des Anglais. Il est probable qu'effectivement il existe, dans le terrain houiller d'Alais, deux assises différentes; mais leur séparation n'est, nulle part, tranchée comme elle l'est dans le pays de Galles et dans le Northumberland. Du reste, les deux variétés de grès que nous venons d'indiquer sont loin d'être abondantes; c'est le grès à grains fins qui domine : celui-ci est jaunâtre, à ciment argileux, et présente des paillettes rares de mica. On y trouve un assez grand nombre d'empreintes de calamites, et des tiges passées à l'état de grès.

Le schiste argileux et les argiles schisteuses forment des couches peu épaisses au contact des couches de houille; celles-ci encore sont séparées par des intervalles de grès à grains fins. Ces roches schisteuses, analogues à celles qui entrent dans la composition de tous les terrains houillers, sont tantôt d'un gris terne, tantôt d'un noir foncé; quelquefois même elles affectent l'apparence de la houille, par un mélange d'une grande quantité de bitume. Fréquemment ces argiles schisteuses font une légère effervescence avec les acides. Elles sont caractérisées par de nombreuses empreintes végétales, appartenant principalement à la famille des fougères.

Couches de houille.

La partie du bassin d'Alais contiguë à la ville renferme dix-huit à vingt couches de houille; le peu de profondeur des travaux, presque tous par galeries ouvertes sur les flancs des collines, fait présumer qu'on n'a pas encore exploré toute la richesse de cet important dépôt de combustible.

Les seuls accidents qui interrompent la régularité des couches sont plusieurs failles. On en connaît quatre qui coupent le terrain houiller dans toute sa hauteur : l'une d'elles occasionne un rejet de 20 mètres. Il existe aussi plusieurs serrements et barrages; ils sont ordinairement composés de grès houiller : un barrage de cette nature a près de 80 mètres de puissance.

Les couches de houille d'Alais sont rarement sujettes aux rétrécissements et aux renflements si habituels dans quelques mines du centre de la France.

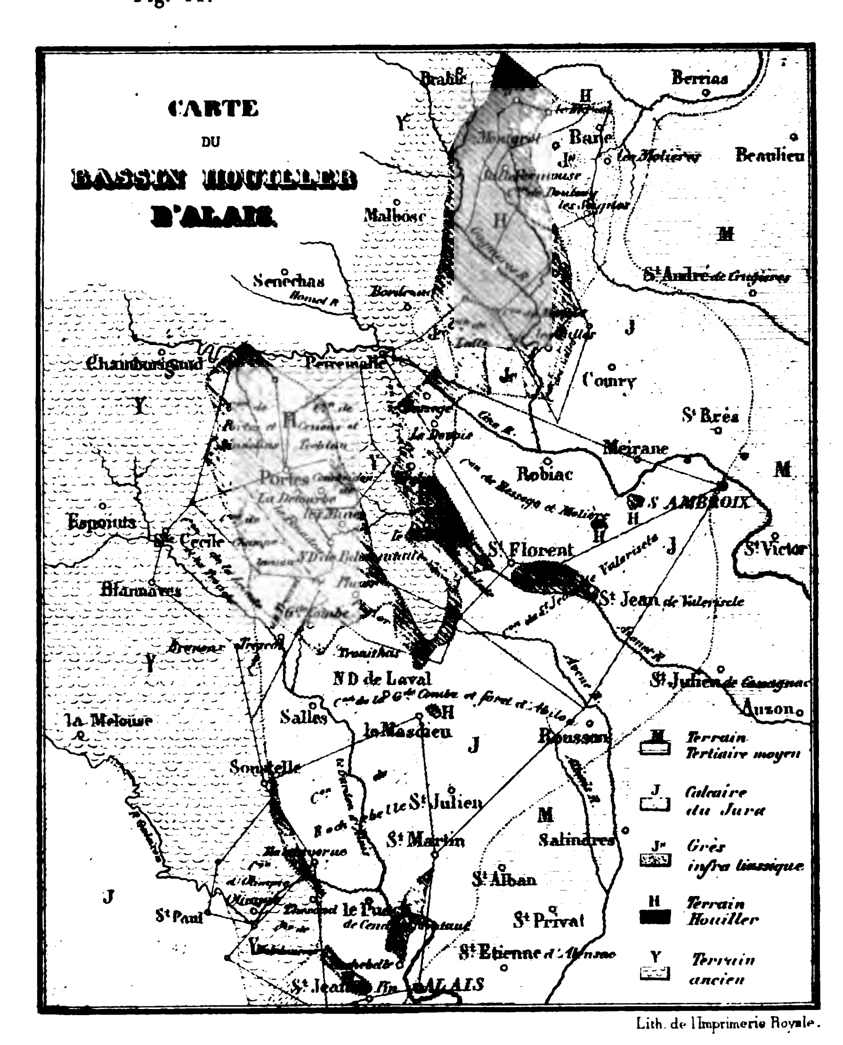
Le seul point où le terrain houiller d'Alais présente des bouleversements un peu considérables est près de Saint-Jean-du-Pin, où il s'élève un pic d'une roche porphyroïde assez différente de la masse du terrain ancien de cette contrée. Dans ce point, les couches, qui sont redressées sous des

angles de 80 degrés, ne contiennent que des rognons d'une houille anthraciteuse, fort inférieure en qualité à la houille des autres parties du bassin d'Alais. On dirait que le relèvement des couches n'est pas la seule altération que le porphyre ait fait éprouver au terrain houiller de cette localité, mais que son contact a, en outre, changé la nature de la houille, en faisant dégager une partie des matières volatiles qu'elle devait renfermer.

Division du terrain houiller d'Alais en deux bassins.

Nous avons annoncé que le terrain houiller d'Alais forme deux bassins; nous allons donner successivement quelques détails sur chacun d'eux. La carte ci-jointe, sur laquelle nous avons tracé, par un système de hachures, la limite et la nature des terrains, permettra de les suivre avec facilité.

Fig. 11.



Lith. de l'Imprimerie Royale.

Le bassin du S., qu'on peut spécialement appeler bassin d'Alais, quoique le terrain houiller se montre à peine près de cette ville, se rapporte à la partie située à l'O. du promontoire de schiste micacé que nous avons signalé, et s'étend jusqu'à Alais. A l'exception des mines de Bessège, toutes les exploitations importantes sont ouvertes dans cette partie méridionale du terrain houiller.

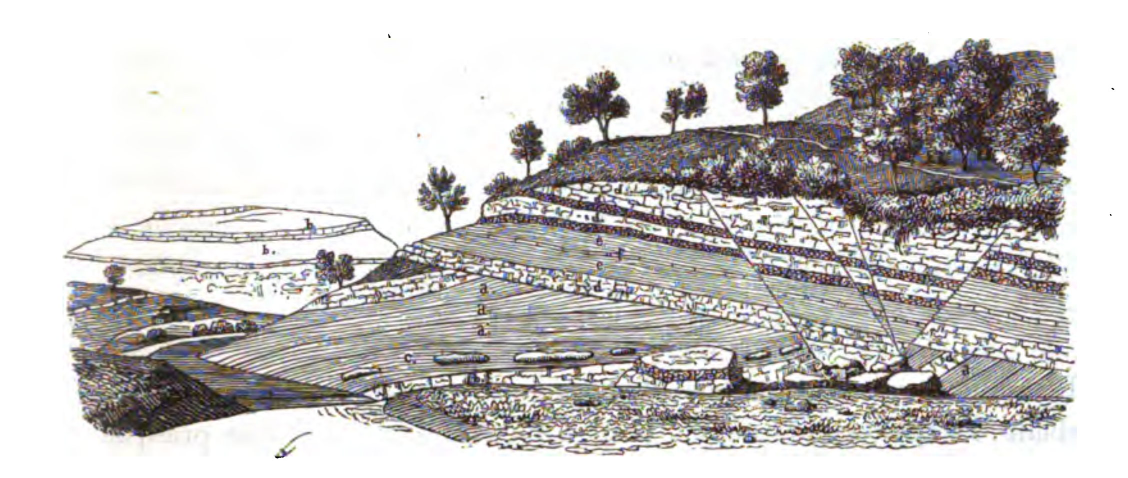
Cette partie S. du bassin présente aussi deux massifs houillers distincts. L'un près d'Alais, et complétement isolé de l'autre par une ceinture générale de calcaire jurassique, comprend les mines de Rochebelle et de Cendras; le second, connu sous le nom de territoire houiller de Portes, est enclavé presque de tous côtés par le terrain ancien. Il forme une espèce de lac qui débouche au S., où il est recouvert par le calcaire jurassique, le même qui se continue jusqu'à Rochebelle : de sorte qu'il est évident que ces dernières mines sont placées sur le prolongement du territoire de Portes. Celui-ci renferme les mines de Trescot, de la Grand'Combe, de Champclauson, de Palmesalade et de Portes.

Pour donner une idée générale du terrain houiller d'Alais, nous allons parcourir successivement les trois divisions que nous venons d'y tracer.

Groupe de Rochebelle.

Cette partie du terrain houiller d'Alais est entourée, sur presque tout son pourtour, par le calcaire jurassique. Cependant ce calcaire est rarement en contact immédiat avec le grès houiller : en effet, sur une grande partie de la ligne de jonction des deux terrains, il existe entre eux des marne bigarrées et du grès qui appartiennent à la partie inférieure du lias. On en observe au S., près de la verrerie de Rochebelle; à l'O., sur le sommet de la montagne du Montaut; enfin, sur la route de Mende, près de l'exploitation des minerais de fer de Sainte-Sophie. Ces minerais paraissent même dépendre de ces grès, et avoir été formés par les mêmes causes qui ont présidé à la formation de l'arkose de cette partie de la France. A l'E., les alluvions du Gardon cachent le terrain houiller, qui s'enfonce de ce côté sous les calcaires de la craie inférieure. Le dessin ci-contre indique la position relative des différents terrains près de Rochebelle. On remarquera que le grès du lias, qui recouvre immédiatement le terrain houiller, repose sur ce dernier terrain en stratification discordante. Ce dessin montre, en outre, plusieurs failles qui coupent et rejettent, à la fois, les schistes houillers et le grès du lias.

Fig. 12.



Vue prise dans la tranchée naturelle faite par le Gardon, en face du quartier de la Levade.

a. Schiste houiller avec houille schisteuse.
b. Grès houiller.
c. Rognons de fer carbonaté.
d. Grès blanc du lias.
e. Schiste pyriteux.
f. Calcaire très-argileux.
g. Grès quartzeux à pâte ferrugineuse.

Le grès fournit un minerai très-caverneux; l'intérieur des géodes qu'il renferme est tapissé d'hématite brune, et le noyau est un grès quartzeux, d'autant plus chargé de fer carbonaté que les grains de quartz sont plus petits.

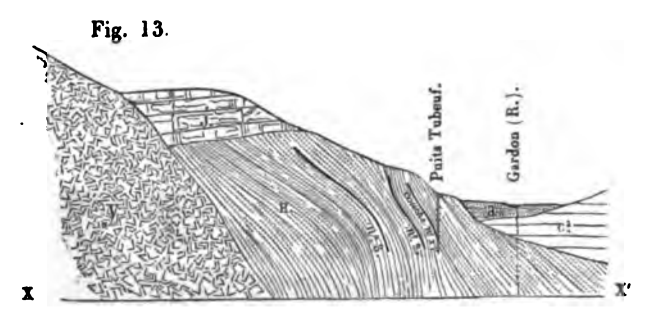
Disposition des couches de houille de Rochebelle.

Le terrain houiller de Rochebelle présente deux centres d'exploitation, séparés par le Vallat de Roncière : le premier comprend la mine de Rochebelle; l'autre, celles de Cendras et de la Laubière.

A Rochebelle, on connaît trois couches, que l'on désigne par les nos 1, 2 et 3 : leur direction, à peu près du S. au N., tire seulement de 5 degrés vers l'O. Leur inclinaison est très-variable. Ces couches plongent généralement, vers l'E., sous un angle de 50 degrés; mais cependant leur inclinaison varie de 0 à 90 degrés.

Le dessin ci-après montre la disposition relative de ces couches et leur allure générale.

Fig. 13.



X, X'. Ligne horizontale représentant le niveau de la Méditerranée.

Coupe prise transversalement à la mine de Rochebelle.

y. Terrain primitif.
H. Terrain houiller.
j. Calcaire du Jura.
a'. Terrain crétacé inférieur.
c. Alluvion du Gardon.

Il résulte de cette coupe que, dans quelques parties de la mine de Rochebelle, et notamment près du puits Tubeuf, les couches sont presque verticales. La première, celle située au mur de ce puits, est peu importante et peu régulière. Son épaisseur, compensation faite des renflements et des amincissements, est d'environ 1 mètre. Elle est comprise entre deux bancs de schiste, qui ont chacun 1^m^,50 à 1^m^,80 de puissance.

La seconde couche, située au mur de la couche n° 1, en est séparée par une assise de grès de 26 mètres d'épaisseur; elle est intercalée entre deux couches de schiste: celle du toit a 2 mètres, et celle du mur 1^m^,50. La puissance moyenne de cette seconde couche est de 3 mètres. Elle est, comme la première, sujette à des variations d'épaisseur assez considérables; néanmoins elle est d'une exploitation utile, et elle forme, concurremment avec la couche n° 3, la base des exploitations de Rochebelle.

Cette troisième couche se trouve à 40 mètres environ de la couche n° 2; l'intervalle qui les sépare est composé de grès à grains fins; un banc de schiste, de 4 mètres environ, en forme le toit. Son épaisseur varie de 8^m^,50 à 9^m^,50. Le charbon qu'elle fournit, quoique sec et un peu anthraciteux, donne un coke légèrement fritté.

Les schistes qui avoisinent la houille sont fortement imprégnés de charbon; la houille participe à la structure schisteuse de son toit et de son mur, et ce n'est que par le contact de l'outil qu'on peut distinguer ces roches de la couche elle-même. Aussi l'exploitation ne peut se faire par grandes tailles, et les excavations exigent de puissants moyens de soutenement.

Les couches n°s 1 et 2 peuvent être suivies par leurs affleurements, depuis la route de Mende, où le terrain houiller est recouvert par les alluvions du Gardon, jusqu'au Vallat de Roncière, où elles sont interrompues. La couche n° 3 n'affleure que près de la route, et bientôt elle est recouverte, à côté de la verrerie de Rochebelle, par les marnes inférieures du lias.

Les travaux souterrains de la couche n° 2 sont arrivés, sur neuf points différents, à une faille ou barrage orienté de l'E. à l'O. comme le Vallat de Roncière. Ce barrage est formé de blocs de grès portant des traces de glissement; ils laissent entre eux des vides remplis quelquefois par du charbon devenu assez friable. Ce barrage, qui arrête et interrompt les couches, a aussi l'inconvénient de donner beaucoup d'eau dans la saison des pluies. La couche n° 3 est venue également butter au N. sur ce même barrage, qui est un accident général de la partie S. du terrain houiller d'Alais. La couche n° 3 est, en outre, bornée à l'O. par un rapprochement du toit et du mur, qui est connu sur une longueur de 500 mètres du N. au S. Aucuns travaux n'ont dépassé ce serrement.

La couche n° 3, presque horizontale dans sa partie supérieure, s'incline de plus en plus en descendant, et devient enfin presque verticale au niveau du fond du puits Tubeuf. Il y a même plusieurs points des travaux où cette couche est tout à fait renversée.

La partie supérieure de la couche n° 2 présente également une inclinaison moitié moindre que dans sa partie inférieure; cette inclinaison varie même de 10 mètres en 10 mètres. Une circonstance particulière à cette couche est de renfermer, en plusieurs points, des bancs de schiste placés en travers dans la houille, comme si, pendant le dépôt du schiste du toit, la couche de houille s'était fendue, et que les vides se fussent remplis de la matière du toit. Très-souvent aussi cette couche de houille est divisée en deux veines par un nerf de schiste, qui finit presque toujours par se joindre au toit. La houille de cette couche est, dans sa partie supérieure, dure, très-brillante et à grains serrés; dans sa partie inférieure, au contraire, elle est tendre, à tissu lâche, et se divise très-facilement en plaques parallèles à la stratification. La même différence, quoique moins marquée, existe entre la houille de la partie supérieure et celle de la partie inférieure de la couche n° 3, qui, du reste, est beaucoup moins accidentée que celle n° 2.

Les couches ne sont pas bien parallèles entre elles, et souvent l'une des couches de houille a une inflexion très-forte qu'on ne retrouve pas dans l'autre : la coupe précédente (fig. 13, pag. 562) montre cette disposition.

On ne trouve pas de fer carbonaté dans les couches de houille de Rochebelle ; il en existe cependant quelques rognons au mur de la couche nº 3 : ils forment une petite bande peu continue, de $0^m,07$ à $0^m,08$ d'épaisseur. L'affleurement de ce minerai ne peut être, lui-même, suivi sur une grande longueur ; il se perd dans les grès en s'amincissant par ses deux extrémités.

Mines de Cendras.

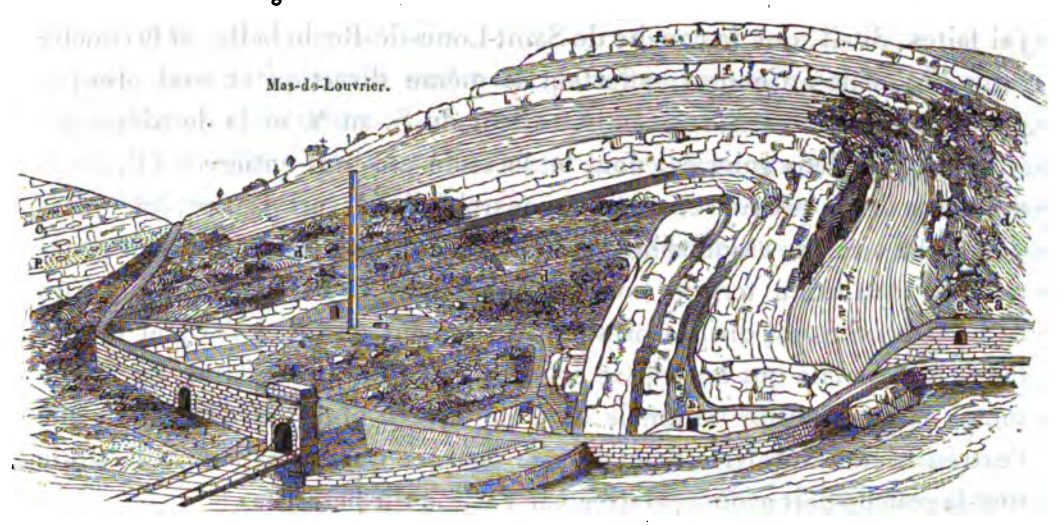
Dans les mines de Cendras, on a reconnu quatre couches, dont la direction générale est, comme pour celles de Rochebelle, du N. au S. ; seulement elle tire de quelques degrés vers l'E., tandis que, dans la dernière de ces mines, elle s'appuyait de 5 degrés à l'O. La couche nº 1, celle qui est située le plus à l'E., est très-brouillée et n'est susceptible d'aucune exploitation. Sa puissance, qui est inconnue, est inférieure à 1 mètre. Les couches nºs 2, 3 et 4, ont des puissances respectives de $1^m,70$, 2 mètres, $2^m,50$ à 2 mètres. Une galerie à travers bancs, ouverte à partir de la couche nº 1, donne la position relative des trois premières couches.

Cette galerie a traversé d'abord 37 mètres de grès, puis un banc de schiste de 2 mètres, qui forme le toit de la couche nº 2. Au mur de celui-ci, elle a fait connaître une assise de schiste de 19 mètres, qui se prolonge jusqu'à la troisième couche de houille. Enfin il résulte d'autres travaux que les couches 3 et 4 sont séparées l'une de l'autre par une succession de schistes et d'argiles schisteuses très-chargés d'impressions végétales, dont la puissance est d'environ de 24 mètres.

La dernière couche, la plus importante des mines de Cendras, alimente presque seule cette exploitation.

Les couches de Cendras sont limitées, dans leur partie supérieure, par un barrage plongeant vers le S. Les trois dernières couches, très-distinctes dans les galeries désignées sous les noms de *Nationale* et *Royale*, se réunissent en approchant de la surface, et on peut passer de l'une dans l'autre sans quitter le charbon. Les couches exploitées à Cendras se replient vers l'E. pour venir de nouveau affleurer au-dessous du Mas-de-Louvrier, où il existe un affleurement de même puissance à peu près que celui des couches 2, 3 et 4. Le croquis ci-contre montre l'ensemble de cette disposition.

Fig. 14.



Aspect général de la montagne de Cendras, en faisant face au S.

a. Entrée de la mine dite la *Royale*.
b. Entrée de la mine dite la *Nationale*.
c. Puits Soult.
d. Terrains éboulés.
f. Couches de grès séparant les schistes houillers.
S. Schiste houiller.

On a marqué, par des lignes en points, les affleurements des couches connus, mais cachés sous des terrains éboulés.

Les principales couches de houille sont situées dans la partie de la coupe où les schistes et les argiles schisteuses ont une grande épaisseur; elle est marquée par la lettre S, suivie des n°s 2, 3, 4.

D'après le pli que présentent les couches, le puits Soult serait foncé au mur de toutes les couches exploitées à Cendras, et celle qui affleure près de ce puits serait la couche n° 1.

Identité entre les couches de Rochebelle et de Cendras.

Les couches exploitées à Cendras et à Rochebelle sont placées dans le prolongement les unes des autres; toutefois les fréquents dérangements qui interrompent leur continuité, et la différence d'épaisseur des couches, n'avaient pas, jusqu'à présent, permis d'assurer qu'elles fussent identiques.

M. Combes, ingénieur en chef des mines, chargé récemment, par la compagnie des forges et fonderies d'Alais, de lui indiquer un projet d'aménagement des mines de Rochebelle et de Cendras, a constaté, par un levé exact des travaux souterrains de ces mines, que la principale couche de Cendras

correspond à la grande couche de Rochebelle[1]. « Il résulte des opérations que « j'ai faites, dit-il, que la couche de Saint-Louis-de-Rochebelle, et la couche « de la Nationale à Cendras, affectent la même direction et sont presque « parallèles au méridien, la première allant du S. au N. et la deuxième du « N. au S. Ces deux galeries, dont la seconde est tout entière à l'E. de la « direction de la première, ont ainsi marché l'une vers l'autre, et toutes « deux sont arrivées aujourd'hui à un barrage qui paraît un accident géné« ral à la totalité du terrain houiller de ce canton. La ligne qui joint les « deux extrémités est dirigée presque exactement de l'E. à l'O., et la dis« tance horizontale qui les sépare est seulement de 120 mètres. En même « temps la galerie dite Nationale est à un niveau plus bas de $20^{m},93$ que « l'extrémité de la galerie Saint-Louis, distance qui correspond à la chute « que la couche doit avoir éprouvée par l'action du barrage. »

Couches de houille des environs de Portes.

Le terrain houiller de Portes communique à celui d'Alais par une langue de terrain très-allongée, qui s'étend du N. au S., de Soustelle au hameau de Theroad, et se dirige exactement sur l'îlot du terrain houiller de Saint-Jean-du-Pin. Néanmoins il est impossible de rattacher ensemble les couches de ces deux groupes du terrain houiller d'Alais : la grande lacune, recouverte de calcaire, qui existe entre eux, empêche de saisir la continuité des couches, et la différence dans la nature de la houille est également un grand obstacle à établir la correspondance entre ces deux parties du même terrain. Nous dirons cependant que la qualité de la houille de Rochebelle se rapproche plus de celle des mines de la rive droite du Vallat de la Grand'Combe que du charbon produit par les mines de la Grand'Combe même, de sorte qu'il est assez naturel de supposer que les couches de Rochebelle appartiennent à la partie supérieure du terrain houiller, supposition qui, du reste, s'accorderait avec le plongement général du terrain houiller vers l'E.

Le grand axe du bassin de Portes, dirigé à peu près du N. O. au S. E., constitue une ligne de faîtes assez remarquable, dont la plus haute cime, la Valoussière, atteint à peu près 700 mètres. Ce faîte sépare les affluents du Gardon de ceux de la Cèze. Un contre-fort considérable s'en détache vers

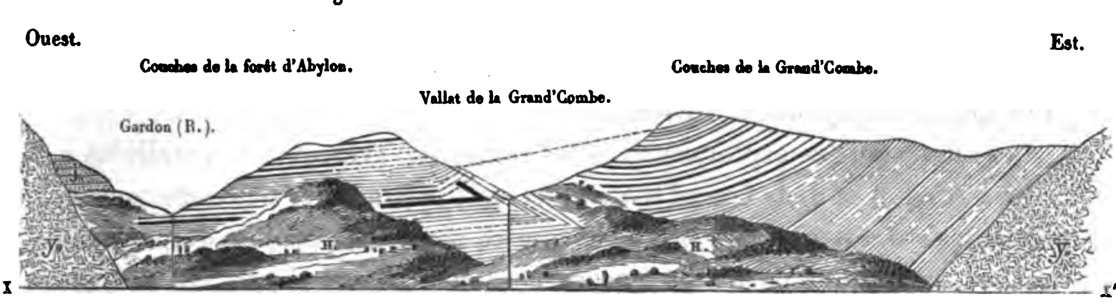
[1] *Note manuscrite* communiquée par M. Combes, ingénieur en chef des mines et professeur d'exploitation à l'école royale des mines.

l'E., suivant la direction du petit axe, et sépare les eaux du Luech de celles d'Auzonnet.

Cette disposition a créé trois principaux centres propres à l'exploitation.

Le bassin du Gardon comprend les mines de la Grand'Combe, de Champclauson et de Trescot. La coupe ci-dessous, que nous empruntons à un Mémoire inédit, adressé à l'administration générale des mines par M. Varin, ingénieur des mines à Alais, fait connaître la position relative des couches[1].

Fig. 15.



X, X'. Ligne horizontale représentant le niveau de la Méditerranée.

Coupe du terrain houiller, suivant une ligne brisée qui passe par les mines de Trescot, de la forêt d'Abylon et de la Grand'Combe.

$y_{''}$. Gneiss et schiste micacé. j. Calcaire du Jura.
H. Terrain houiller.

Le Vallat de la Grand'Combe, dont les eaux se jettent dans le Gardon, sépare les couches en deux groupes distincts. Celles exploitées, depuis un temps immémorial, sur la rive gauche du Vallat, au nombre de quatorze, sont regardées par M. Varin comme étant les plus inférieures : elles émergent de dessous le calcaire vers le château de Trouilhas, et montent en surface courbe jusqu'au col de Maupertuis, où les plus basses montrent les affleurements les plus hauts. La partie E. de la coupe fait connaître la position de ces différentes couches : nous allons indiquer dans quelques lignes leurs noms et leurs épaisseurs. Toutes ces couches ont été exploitées à divers niveaux, et leur excellente qualité a fait la réputation des charbons de la Grand'Combe et la fortune des propriétaires.

[1] *Notice sur les couches de houille reconnues dans le bassin houiller d'Alais*, par M. Varin, ingénieur des mines.

Le groupe de couches exploité sur la rive droite du Vallat de la Grand'-Combe, dans les mines de la forêt d'Abylon, est bien différent des couches de la mine de la Grand'Combe, et il est assez difficile de les rattacher les unes aux autres; néanmoins un pli sous un angle d'environ 50 degrés, que des travaux récents ont fait reconnaître sur la couche dite la *Grand'Baume*, fait penser à M. Varin, par sa direction en contre-pente, que les couches de la rive droite sont supérieures à celles de la rive gauche. « Si on suppose, « dit-il, ce qui arrive souvent, qu'il a existé un pli en sens inverse, et que « tout le système des couches ait subi cette double inflexion, la ligne ponc-« tuée tracée sur la coupe précédente donnerait une explication de la dis-« position relative des quatorze couches de charbon de la rive gauche, et « des quatre de la forêt d'Abylon. »

Les cinq couches exploitées dans les mines de Trescot sont parallèles à celles d'Abylon et de la Grand'Baume, et se trouvent à des hauteurs correspondantes : il est dès lors probable que ce sont des portions des mêmes couches, mais dont on n'a pu encore constater la continuité. On a donc supposé, dans le dessin précédent, que ces couches sont dans le prolongement de celles exploitées sur la rive droite du Vallat. Les six couches exploitées à Champclauson paraissent aussi appartenir au même groupe de couches; elles en feraient la partie supérieure : de sorte que l'on peut admettre que toutes les couches connues de la partie méridionale du bassin de Portes se succèdent dans l'ordre suivant :

a. Couches de Champclauson.

Ce système se compose de six couches de houille, séparées entre elles par du grès assez dur; cependant presque toutes ont pour toit et pour mur quelques lits de schiste noir charbonneux. Une seule, la cinquième, a été exploitée, et son allure est parfaitement déterminée par les travaux dont elle a été l'objet. Cette couche est régulière; elle donne de la houille sèche assez flambante, mais impropre à la fabrication du coke et à la forge. Ces couches présentent les épaisseurs suivantes :

1re Couche	1^m,50
2e Couche	0 ,80
3e Couche	1 ,00

4ᵉ Couche 0ᵐ,80

5ᵉ Couche ou grande couche . . . . 4 ,50

La régularité de cette couche et son épaisseur fournissent un horizon géologique très-favorable pour relier ensemble les couches de la partie méridionale du bassin de Portes avec celles de la partie N., exploitée à Palmesalade.

6ᵉ Couche 1ᵐ,20

b. Couches de la mine de la forêt d'Abylon, rive droite du Vallat de la Grand'Combe.

Ces couches se trouvent environ à cent mètres au-dessous du système de Champclauson; elles en sont séparées par des grès.

7ᵉ Couche supérieure inexploitée 0ᵐ,80

8ᵉ Grande couche, appelée *Abylon :* elle fournit un charbon impur très-bitumineux, contenant jusqu'à 13 p. 0/0 de cendres. Cette couche, un peu friable, donne moitié de menu 3ᵐ,60

Un banc de deux mètres de puissance de schiste noir sépare la grande couche de la suivante.

9ᵉ Minette 1ᵐ,10

Banc de grès houiller épais de 5 mètres : il est mélangé de quelques lits de schiste charbonneux, avec empreintes.

10ᵉ Grand'Baume : c'est la couche la plus puissante de tout ce bassin; elle donne de la houille de bonne qualité 14ᵐ,00

La Grand'Baume, marquée dans la figure précédente par une ligne fortement tracée, présente un pli aigu, par suite duquel elle passe au-dessus des couches de la Grand'Combe. Cette disposition est indiquée par des lignes en points. La succession des couches représentée dans cette figure correspond exactement à celle du texte.

b'. Couches de Trescot, supposées parallèles à celles de la mine de la forêt d'Abylon.

Pour ne pas faire de répétitions, nous ne numéroterons pas ces couches.

Minette 0ᵐ,50

Cinq-Pans . . . . 1 ,25

Trois-Mâchoires . . . . 1 ,00

La Trouche .... 1^m,50

La Levade .... 4 ,00

Ces deux dernières couches sont les seules exploitées; leur allure et leur direction s'accordent assez bien avec celle d'Abylon et celle de la Grand'Baume.

c. Couches de la mine de la Grand'Combe, rive gauche du Vallat.

11ᵉ Couche supérieure, dite de Sainte-Barbe, presque entièrement inconnue et inexploitée .... 1^m,50

12ᵉ Le Bosquet : cette couche, qui donne de la houille collante et de bonne qualité, est séparée en deux par un banc de grès de 0^m,30 de puissance. Son épaisseur totale est de .... 3^m,20

13ᵉ Le Plomb : couche solide, qui donne les 3/4 de gros charbon. 1 ,40

14ᵉ Le Portail : cette couche est, comme le Bosquet, séparée en deux veines distinctes par un banc de grès d'un mètre d'épaisseur. La puissance des deux veines de houille réunies est de .... 2^m,70

15ᵉ La Minette .... 0 ,50

16ᵉ La Baraque .... 1 ,10

17ᵉ Le Velours : cette couche, qui est d'un charbon dur et résistant, donne de la houille collante de première qualité .... 2^m,00

18ᵉ La Cantelade : couche inexploitée .... 0 ,90

19ᵉ L'Airolle : cette couche, peu solide, donne moitié menu ; la houille est, du reste, collante et propre à la forge .... 1^m,50

20ᵉ Le Pin : couche inexploitée .... 1 ,20

21ᵉ Couche sans nom .... 1 ,50

22ᵉ *Id.* .... 1 ,80

23ᵉ *Id.* .... 2 ,00

24ᵉ *Id.* .... 1 ,20

25ᵉ Col Malpertus .... 1 ,30

Ces vingt-cinq couches de houille comprennent ensemble une épaisseur totale de .... 53^m,10

Le dessin précédent indique approximativement les distances respectives des couches de houille. Nous ne possédons pas les épaisseurs exactes des roches qui séparent les couches de houille, si ce n'est pour la mine de

la forêt d'Abylon; mais nous savons que les intervalles sont presque toujours composés de grès à grains fins assez durs. Le schiste ne forme ordinairement que des lits minces au mur et au toit des couches de houille.

Toutes les couches de houille de la Grand'Combe et de Trécot sont très-régulières; le toit et le mur en sont parfaitement distincts et presque toujours d'une grande solidité. La houille est en bancs exactement parallèles; elle est dure et toujours assez collante pour faire du coke. Sous ce rapport, le système des couches de cette partie du bassin d'Alais est supérieur à celui de Rochebelle.

La compagnie de Combérédonde fait faire, au N. de la Grand'Combe et dans le bassin de Portes, des recherches nombreuses, qui jetteront beaucoup de jour sur la composition du terrain houiller de cette partie du bassin d'Alais. Ces travaux, poussés depuis le Vallat de Palmesalade jusqu'au terrain primitif, ont recoupé 19 couches de houille. Il est difficile d'établir une concordance exacte entre ces couches et celles de la Grand'Combe. Cependant l'une d'elles paraît l'analogue de la couche de Champclauson, et servira, si ce fait important se vérifie, à la détermination exacte du terrain houiller du département du Gard. La coupe suivante, que nous empruntons au travail de M. Varin, déjà cité plus haut, fait connaître la disposition des couches découvertes dans la concession de Combérédonde.

Fig. 16.





X,X'. Ligne horizontale représentant le niveau de la Méditerranée.

Coupe du terrain houiller de Portes, à la hauteur de la Detourbe.

$y_{''}$. Micaschiste. H. Terrain houiller.

On remarque, dans cette coupe, que les couches de houille forment

trois systèmes différents, séparés par des bancs de poudingue de 30 à 40 mètres de puissance. Les quatre couches inférieures donnent de la houille collante; les six couches du système moyen produisent également du charbon propre à la fabrication du coke; enfin les neuf couches du système supérieur sont toutes de houille sèche. La plus inférieure de ce système, dont la puissance est de 4 mètres, est celle que M. Varin assimile à la couche de Champclauson. Cette couche a également été retrouvée sur la rive droite du Vallat de Palmesalade, presque au sommet du coteau. La position simultanée de la couche de Champclauson, au sommet du coteau de la rive droite du Vallat, et au milieu de l'escarpement de la rive gauche, indique que tout le terrain présente l'inflexion indiquée dans la coupe précédente. Si l'on compare la disposition du terrain houiller, dans la concession de Cambérédonde, avec la forme qu'affectent les couches dans les mines de la Grand'Combe et de la forêt d'Abylon, on est conduit à conclure que le terrain houiller du bassin de Portes a éprouvé une pression sur tout son pourtour, par l'élévation au jour du terrain primitif, et que cette pression, qui a eu pour résultat d'infléchir les couches sur leurs bords, les a fait tomber vers le centre.

Bassin houiller des environs de Saint-Ambroix.

Le troisième groupe que nous avons signalé plus haut, dans le terrain houiller d'Alais, forme d'abord une langue très-étroite, qui s'appuie sur le promontoire du terrain ancien; puis il s'élargit fortement au N. de la Cèze. La richesse de ce bassin est, du reste, en rapport inverse de son étendue; et la partie étroite, comprise entre l'Auzonnet et la Cèze, est assez riche, tandis que la grande plaque, au N. de ce dernier affluent de l'Ardèche, est, jusqu'à présent, presque entièrement stérile : on n'y a découvert que des affleurements sans importance. Cependant on a exploité, dans les montagnes de la Salle-Fermouse et de Montgros, une couche de houille assez régulière. Empressons-nous d'ajouter, du reste, qu'on n'a encore exécuté que très-peu de recherches dans cette partie du terrain houiller d'Alais.

La bande allongée comprise entre l'Auzonnet et la Cèze renferme les exploitations du Martinet, de Trelys et de Bessège. Les deux premières ne présentent encore que des travaux insignifiants, et qui n'ont rencontré que très-peu de couches de houille. La mine de Bessège, au contraire, qui alimente le haut fourneau construit par les propriétaires de cette concession, a déjà fait reconnaître douze couches de houille. La coupe sui-

vante montre la disposition de ces couches : nous en indiquons, en outre, ci-après, la nature et la puissance.

Fig. 17.

Ouest. Est.

Chapelle Saint-Laurent. Cèze. (R).

Poudingue. Poudingue.

X X'

X,X'. Ligne horizontale représentant le niveau de la Méditerranée.

Coupe du terrain houiller de Bessège, passant par la chapelle Saint-Laurent.

y„. Micaschiste. j. Calcaire jurassique.
H. Terrain houiller.

1° La couche la plus inférieure a été à peine reconnue; cependant son existence a été constatée en plusieurs points.

2° Couche également peu connue ; toutefois les travaux exécutés dans la mine de Bessège en ont déterminé l'allure générale.

3° Couche dont l'exploitation ne fait que commencer : elle donne une houille collante de bonne qualité. Son épaisseur est de 2 mètres.

4° Couche dite *Christophe :* elle est en pleine exploitation et fournit du charbon collant de bonne qualité. Son épaisseur est de $1^m,80$.

Un banc de 30 à 40 mètres de poudingue recouvre la couche n° 4. Cette roche ne se prolonge pas jusqu'à la couche de houille suivante : un massif assez considérable de grès les sépare. Plus haut, on retrouve encore un banc puissant de poudingue et de grès : de sorte que les couches de houille constituent, en réalité, trois systèmes différents.

5° Couche non exploitée.............................. $0^m,30$
6° *Id.* *id*.. 1 ,00
7° Petite couche, donnant de la houille collante............. 1 ,10
8° Grande couche, *id*.......................... 2 ,30
9° Petite couche non exploitée......................... 0 ,90
10° *Id.* *id*.. 0 ,90

Séparation marquée par du grès et un banc de poudingue assez puissant.

11° Couche dite de Saint-François, exploitée sur quelques points: elle donne de la houille collante............................ $1^m,80$

12° Couche non exploitée, donnant de la houille collante..... 2^{m},00

Les différentes couches exploitées dans les mines de Bessège plongent d'environ 30 à 35° vers le S. E.; elles se relèvent, par conséquent, sur le promontoire de schiste micacé qui forme la séparation entre ce bassin et celui de Portes. Les couches de cette dernière localité inclinent, au contraire, vers l'O., en s'appuyant également sur les montagnes de schiste micacé situées à sa limite E. Il est donc évident que les terrains houillers de Bessège et de Portes sont des lambeaux d'un même dépôt, qui ont été séparés par le promontoire de Rouvergue.

La séparation des couches de Bessège et des environs de Palmesalade (fig. 17, p. 573), en trois systèmes différents, par deux bancs de poudingue puissants, est aussi une analogie remarquable; et, quoique, jusqu'à présent, on n'ait pas établi une correspondance parfaite entre les couches des lambeaux O. et E., il est probable que des travaux postérieurs la feront connaître.

Les couches de houille des environs de Bessège se redressent en s'écartant des terrains anciens; puis elles disparaissent, d'une part, sous les calcaires du Devois, et, de l'autre, sous les grès du lias, déposés en couches horizontales à Bordezac et à la côte de Long.

Au N. du bassin, le terrain houiller est aussi recouvert par le calcaire jurassique; mais, comme ce calcaire repose immédiatement, à la montagne du Barry, sur les schistes micacés, il est certain que le terrain houiller ne se prolonge que fort peu dans cette direction. A l'E., rien ne limite son étendue; et il se pourrait, à la rigueur, que les lambeaux houillers du département du Var fussent en connexion avec ceux des environs d'Alais.

La houille des mines de la Grand'Combe et de Bessège, de qualité supérieure, est comparable à la houille de Rive-de-Gier et de Saint-Étienne. Celle de Rochebelle, quoique de bonne qualité, est dure et difficile à brûler, ce qui tient à sa richesse en carbone. Elle présente une cassure inégale, d'un noir bleuâtre : son éclat est assez faible. Le coke qu'elle produit est métalloïde, légèrement boursouflé, mais cependant beaucoup plus dense que celui des houilles maréchales. Ce charbon est composé, d'après l'analyse de M. Regnault [1], de :

[1] *Recherches sur les combustibles minéraux*, par M. Regnault, ingénieur des mines. (*Annales des mines*, 3e série, tom. XII, pag. 186.)

Cendres	1,40
Charbon	76,60
Matières volatiles	22,00
	100,00

Cette houille ne peut se conserver longtemps à l'air; elle s'effleurit rapidement et tombe en poussière. Cette altération est beaucoup plus prompte par les temps de pluie que par le temps sec. Dans ce dernier cas, elle est complète, pour la houille la plus dure, au bout de quinze à vingt jours.

BASSIN HOUILLER DES VANS.

Le terrain houiller des Vans doit être regardé comme une dépendance de celui d'Alais. A l'O., il s'appuie contre les montagnes de micaschiste de Malbosc, et, de tous les autres côtés, il disparaît sous le calcaire du Jura.

Ce terrain houiller se compose de couches alternatives de poudingues à galets de quartz et de micaschiste semblable au terrain primitif, de grès à grains fins, et de schiste argilo-bitumineux avec des empreintes végétales. Les poudingues à gros fragments occupent la base du terrain houiller, et sont appliqués immédiatement sur le sol primitif. Les couches de houille ne commencent à paraître qu'à une certaine hauteur dans le terrain. Les couches se dirigent N. S., en déclinant un peu vers l'E.; elles plongent à l'E. comme tous les terrains secondaires. On exploite dans ce bassin plusieurs couches de houille; mais leur relation n'est pas bien connue, ce qui nous engage à indiquer séparément celles formant la base des principales exploitations.

Dans les collines de Salle-Fermouse, on a attaqué trois couches de houille. Une seule, qui a 1 mètre de puissance, est régulière. Elle est perdue par suite d'un étranglement, et on la recherche par des travaux qui coupent toutes les couches.

Au Mazel, il existe quatre couches bien reconnues. Elles se succèdent dans l'ordre suivant : la plus basse est épaisse de $1^m,80$, et est séparée de la suivante par 15 mètres de grès à grains fins. Cette seconde couche a $0^m,33$ de puissance : 8 mètres de grès la séparent de la troisième couche, dont l'épaisseur est de 1 mètre. Enfin la quatrième couche, épaisse de $1^m,20$, est séparée de la troisième par $8^m,40$ de rocher.

A Pigère, il y a trois couches, ayant une épaisseur moyenne de 1m,50

Les deux coupes suivantes montrent la disposition générale du bassin des Vans.

La houille de Pigère se rapproche de celle d'Alais; elle est collante et de bonne qualité.

Fig. 18.



Coupe au centre du bassin.

y. Schiste micacé. j. Calcaire du Jura.
H. Terrain houiller.

Il résulte de cette coupe que le terrain houiller, qui s'appuie à l'O. sur le schiste micacé, disparaît sous le calcaire jurassique. La limite E. du bassin des Vans n'est donc pas encore connue, et il est possible que ce terrain se prolonge à une certaine distance de la partie explorée.

Fig. 19.



Coupe à l'extrémité S. du bassin.

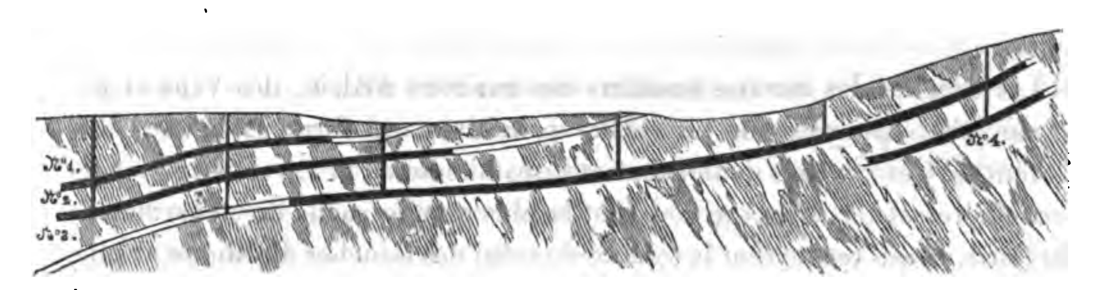
H. Terrain houiller. j. Calcaire du Jura.

BASSIN HOUILLER DU VIGAN.

Près du Vigan, le terrain houiller forme deux petits bassins séparés : celui de Cavaillac et celui de Coularon. Le premier est le seul qui ait quelque importance. On y connaît quatre couches de houille. La coupe ci-après montre leur position relative, et les profondeurs auxquelles elles ont été atteintes par les différents puits.

Fig. 20.

Sud-ouest. Nord-est.



Disposition des couches de houille.

De ces quatre couches, deux seulement sont exploitées : la seconde et la troisième. La seconde couche est régulière, et a 1 mètre de puissance ; elle est séparée de la troisième par 10 mètres de grès houiller. L'épaisseur de la troisième couche est de 1^{m},50 à 1^{m},80 ; mais elle est sujette à des renflements qui lui donnent quelquefois 4 et même 5 mètres de puissance. La direction générale des couches est du N. O. au S. E. ; elles plongent, vers le S. O., sous une inclinaison de 30 à 40°.

Le terrain houiller de Cavaillac se compose de grès et de schiste houiller ; le grès forme la partie inférieure du bassin. Le toit et le mur des couches de houille sont de schiste argileux noir, micacé, et avec des empreintes végétales. Ce bassin s'appuie au N. sur le schiste micacé, et il est recouvert, vers le S. et le S. O., par du calcaire jurassique.

La houille du Vigan est bonne pour les chaudières ; elle brûle avec une flamme vive et une odeur sulfureuse due à un mélange d'une petite quantité de chaux sulfatée lamelleuse. Elle contient environ 6 à 8 p. o/o de cendres.

La coupe ci-dessous montre la position des deux bassins houillers du Vigan.

Fig. 21.

Sud-ouest. Nord-est.




y^{m}. Schiste micacé.
H. Terrain houiller.
j. Calcaire jurassique.
a. Alluvion.

* Cavaillac.
** Montagne de grès appartenant au lias.
*** Coularon.

TERRAIN HOUILLER DES MONTAGNES LITTORALES DU DÉPARTEMENT DU VAR.

Rapports de position des terrains houillers d'Alais, des Vans et du Vigan, avec ceux du Var.

Les couches des terrains houillers des environs d'Alais, des Vans et du Vigan, sont appuyées sur les roches primitives qui forment le pied des Cévennes. Ces couches s'enfoncent et disparaissent au S. E., sous les dépôts secondaires et tertiaires qui couvrent la plus grande partie du département du Gard, et qui recouvrent la totalité de celui des Bouches-du-Rhône et plus de la moitié de celui du Var. Il est impossible de prévoir à quelle distance les assises de chacun de ces bassins houillers peuvent se prolonger au-dessous des couches plus modernes qui les dérobent à la vue. Ces dernières s'étendent jusqu'au pied des montagnes littorales du département du Var, dans les anfractuosités desquelles se retrouvent plusieurs petits dépôts houillers.

Ces derniers sont peu étendus, et, par cela même qu'ils sont, en grande partie, circonscrits par les roches primitives qui les supportent, ils ne peuvent guère être le prolongement direct de ceux du département du Gard; mais ils ont, avec ces derniers, de grandes analogies de gisement, et leur place naturelle dans ce chapitre est à la suite de celle des terrains houillers d'Alais, des Vans et du Vigan. Peut-être existe-t-il, dans l'intervalle, au-dessous des terrains plus modernes du département des Bouches-du-Rhône, d'autres bassins houillers également circonscrits.

Trois dépôts houillers dans le Var.

Dans les montagnes de l'Esterel et des Maures, on trouve, ainsi que nous l'avons dit dans le chapitre VI, page 470, trois dépôts houillers : celui des vallées du Reyran et du Biançon, celui du Plan-de-la-Tour et celui de Collobrières.

Dépôt houiller des bords du Reyran et du Biançon. Il est connu depuis longtemps.

Les deux premiers sont connus depuis longtemps, surtout celui du Reyran et du Biançon. Darluc en parlait, ainsi qu'il suit, dans son Histoire naturelle de la Provence, publiée en 1786 :

« On a établi une fabrique de savon à Saint-Raphaël, près Fréjus, où « l'on se propose d'employer le charbon de pierre qu'on a tiré d'une mine « située au N. de la ville de Fréjus, à deux lieues. On y arrive en suivant « une vallée fort agréable, arrosée par le Reyran, et bordée à droite et à « gauche par des coteaux schisteux, couverts de pins maritimes, de chênes-« lièges, de châtaigniers. Cette mine s'étend à plus de deux lieues dans ces

« montagnes. Sa direction est de l'E. à l'O. On ne l'a exploitée encore que « fort surperficiellement depuis deux ou trois ans; aussi la houille qu'on en « retire n'est pas encore perfectionnée : c'est un schiste dur et qui n'a pas les « qualités requises pour s'enflammer et donner un feu vif et durable. Elle « se présente à deux ou trois pans de profondeur, sous un toit de grès dé- « composé. Ses couches sont inclinées à l'horizon. Le torrent de Romano « n'en est pas éloigné, ainsi que le coteau de Squine [1]. »

Il n'a été que faiblement exploité.

Depuis l'époque de Darluc, on a souvent repris les recherches de houille dans le terrain houiller de l'Esterel; mais, jusqu'à présent, les travaux n'ont jamais acquis un grand développement ni une assiette bien durable. Les recherches ont eu lieu principalement dans la vallée du Reyran, près de Prat-d'Anbon, à l'E. des crêtes porphyriques de l'Esterel (c'est le point signalé par Darluc), et dans la vallée des Vaux, au-dessus de sa jonction avec celle du Bianҫon, à une demi-lieue au-dessus de la verrerie des Vaux.

Gisement et composition des couches de ce terrain.

Le terrain houiller des vallées du Reyran et du Bianҫon recouvre à stratification discordante les roches schisteuses cristallines (gneiss et micaschistes) qui forment la base du massif de l'Esterel. Les roches dominantes sont des conglomérats, des grès très-micacés et des argiles schisteuses noires. Les éléments dont ces roches sédimentaires se composent paraissent provenir exclusivement de la destruction des roches cristallines sur lesquelles elles reposent.

M. Dufrénoy, qui, dans le voyage que nous avons fait dans le Var en 1832, a parcouru en différents sens l'intervalle compris entre le Bianҫon et le Reyran, l'a trouvé composé de grès houillers d'une texture généralement assez grossière en couches diversement inclinées. Dans le bois de l'Espine, sur le flanc S. O. du vallon des Vaux, les couches du terrain houiller courent de l'E. 10° N. à l'O. 10° S., et plongent, vers le midi, d'environ 15°. Dans la vallée du Reyran, entre le bois de l'Espine et le bois d'Escolles, les couches du terrain houiller se dirigent du N. 10° O. au S. 10° E., et elles inclinent du côté de l'E. d'environ 80°. A un quart de lieue plus au S., toujours dans le flanc droit de la vallée du Reyran, les couches courent du N. 15° O. au S. 15° E., et pendent de 55° du côté de l'E. Elles s'appuient presque immédiatement sur le gneiss, qui vient au jour un peu plus au S., et plus bas dans la vallée.

[1] Darluc, *Histoire naturelle de la Provence*, tom. III, pag. 321.

Ces affleurements de gneiss ne sont, d'abord, que des protubérances isolées; mais, en continuant à descendre, on les voit s'étendre et constituer le fond de la vallée pendant l'espace d'une demi-lieue jusqu'à Prat-d'Anbon. Les feuillets de ce gneiss plongent, au S. E., de 60°. Ils sont traversés par des filons de granite à grandes parties, passant au granite graphique. En se terminant au midi, à peu de distance de Prat-d'Anbon, cette protubérance de terrain primitif sert, de nouveau, de base au terrain houiller, qui présente les assises suivantes appuyées successivement les unes sur les autres :

1° Des couches de grès houiller grisâtre ou d'un gris verdâtre, assez grossier, non schisteux, quoique parsemé de paillettes de mica. Ce grès se compose souvent d'éléments granitiques simplement désagrégés et ressoudés. On y trouve aussi, dans quelques points, des fragments imparfaitement arrondis de gneiss, qui en font un poudingue grossier, assez analogue à ceux des petits bassins houillers de l'Ardèche et des Vans.

2° Un grès beaucoup plus fin, noirci par un mélange de parties charbonneuses contenant beaucoup de paillettes de mica, et passant à l'argile schisteuse.

3° Une couche de houille accompagnée d'argile schisteuse noire, plus ou moins mélangée de charbon. La houille est d'un noir très-brillant et d'un éclat presque métallique. Elle offre, comme l'argile schisteuse, de fréquentes traces d'écrasement qui se manifestent par des surfaces brillantes, ondulées, un peu striées, souvent complétement analogues aux *miroirs* des filons.

4° Au-dessus de la couche de houille, il existe, de nouveau, du grès houiller grossier, non schisteux, quoique mélangé de beaucoup de paillettes de mica. Il est souvent coloré en noir par un mélange de parties charbonneuses.

Empreintes végétales.

Dans les grès et les argiles schisteuses qui accompagnent la couche de houille, on rencontre de nombreuses empreintes végétales, parmi lesquelles on remarque principalement des équisétacées, plusieurs espèces de sigillaria, des feuilles de fougères, etc.

Deux recherches de houille ont été ouvertes dans la vallée du Reyran, entre Prat-d'Anbon et Coutiguière, bastide située à une demi-lieue plus bas. Une autre plus importante a été poursuivie, en face de Prat-d'Anbon,

sur la rive gauche du Reyran, à l'entrée d'un vallon qui vient de l'E. Les travaux y sont encore en activité.

M. Chayet, ancien élève de l'école polytechnique et de l'école des mines, qui a visité cette mine au mois de février 1841, a observé le gneiss pendant quelque temps sur le chemin qui y conduit, en partant de la maison de poste de l'Esterel. Ensuite, un peu avant d'arriver à la mine, on voit affleurer des couches de grès dirigées de l'E. 20° N. à l'O. 20° S. Elles plongent de 23° du côté du midi, en s'appuyant contre le gneiss de Prat-d'Anbon. Près de l'orifice du puits, à la surface, les couches du grès courent de l'E. 25° S. à l'O. 25° N., et inclinent au midi de 49°. Dans la mine, près du puits, la direction des couches est encore de l'E. 25° S. à l'O. 25° N.; mais elles pendent, du côté du midi, de 29° seulement. Dans un autre point de la mine, elles se dirigent de l'E. 10° S. à l'O. 10° N.

Nature de la houille qui s'y trouve.

On attribue une puissance de 10 mètres à la couche de houille entamée par les travaux ouverts sur les bords du Reyran. Cette houille est brillante, très-sèche, et brûle difficilement; mais, d'après un essai que M. Chayet a fait dans le laboratoire de l'école des mines, elle donne une forte chaleur.

Les couches houillères s'enfoncent sous le grès bigarré.

En continuant à descendre la vallée du Reyran, à partir des recherches de houille, le terrain houiller disparaît sous le grès bigarré, qui se lie intimement, ainsi qu'on l'a expliqué dans le chapitre VI, page 480, avec les porphyres quartzifères de l'Esterel.

Cette superposition coïncide avec cette circonstance : que nous n'avons jamais rencontré, dans les grès houillers, aucun fragment des porphyres quartzifères. M. Coquand a, de son côté, remarqué leur absence[1].

Le terrain houiller est évidemment d'une formation antérieure à l'éruption des porphyres et à celle des mélaphyres, qui sont plus récents encore; et ses couches ont été traversées par des filons de ces roches. C'est probablement à cette cause que sont dues, en partie, les nombreuses dislocations qui altèrent la stratification du terrain houiller de cette contrée.

Les deux autres dépôts houillers du département du Var sont peu étendus, au moins à la surface.

Bassin du Plan-de-la-Tour.

Celui du Plan-de-la-Tour présente un grès assez grossier, superposé au granite et formé de ses éléments remaniés. On y trouve quelques affleure-

[1] Coquand, *Cours de géologie*, pag. 97.

ments charbonneux, sur lesquels on avait ouvert autrefois des galeries de recherche, qui n'ont constaté l'existence d'aucun gîte exploitable.

Bassin de Collobrières.

Le fond de la vallée de Collobrières est rempli par le grès bigarré, qui repose, en général, sur les micaschistes et les stéaschistes; mais, à son extrémité orientale, on voit affleurer le terrain houiller au pied du flanc méridional. Il est surmonté, vers le N., par le grès bigarré. Les couches y sont bien réglées, et la houille y est plus bitumineuse que sur les bords du Reyran. C'est une véritable houille collante.

BASSIN DE RONJAN (HÉRAULT).

Au N. O. de Pézénas, il existe un bassin houiller qui s'étend sur les communes de Fouzilhon, Gabian, Ronjan, Naffiez, Vailhan, Fontès et Cabrières. Quoique connue depuis longtemps, son exploitation est très-peu active, ce qui tient à la difficulté des transports.

Ce terrain houiller repose sur les schistes de transition, et il est recouvert par les terrains tertiaires, qui le dérobent, en partie, à notre examen. Il est allongé de l'E. 15° N. à l'O. 15° S., dans le sens de la limite des formations que nous venons d'indiquer. Ses couches affectent la même direction; elles tirent cependant un peu plus vers le N., et elles plongent, en général, vers le S. E. sous un angle de 60 à 65°. La partie inférieure du bassin est occupée par des poudingues, dans lesquels on trouve des roches schisteuses et même des fragments de calcaire. Souvent ces fragments sont peu roulés: cette circonstance, jointe à la présence des roches du terrain de transition, sur lequel a été déposée la formation houillère, montre, avec la dernière évidence, qu'elle a été faite aux dépens des terrains environnants. La direction des couches du terrain houiller est aussi un fait remarquable. Cette direction, qui est la même que celle des couches schisteuses de la montagne Noire, sur lesquelles les premières s'appuient, nous apprend que la stratification de ces schistes est due à une action postérieure au terrain houiller; et comme, d'une autre part, les calcaires d'eau douce sont orientés dans le même sens, il n'est point douteux que ce ne soit le dernier soulèvement du mont Ventoux, c'est-à-dire celui qui a donné naissance à la chaîne principale des Alpes, qui a également imposé aux schistes de transition la direction E. E. N. E.

Soulèvement moderne de ce terrain.

Au-dessus des poudingues, on rencontre du grès à grains moyens, presque

entièrement siliceux, mais très-micacé. En s'élevant, il alterne avec des couches d'argile schisteuse plus ou moins feuilletées, mais toujours micacées. C'est au milieu de ces argiles, et quelquefois intercalées dans le grès schisteux micacé, qu'existent les couches de houille, au nombre de cinq.

Des couches de houille.

Deux seulement sont susceptibles d'exploitation. Leur puissance, prise ensemble, est de $1^{m},20$. Cette épaisseur, quoique faible, n'est pas même constante: ainsi, dans la mine de Caylus, elle est réduite à $0^{m},80$. Ces deux couches sont séparées l'une de l'autre par 15 mètres environ d'argile schisteuse micacée.

Le charbon du bassin de Ronjan est fréquemment mêlé de schiste, et, quelquefois aussi, de pyrite de fer; néanmoins il est collant et propre à la forge.

Ce bassin houiller a été divisé en trois concessions, composant une étendue totale de 7,007 hectares. Ces concessions sont désignées sous les noms de Moniau, Bosquet-de-Rochebrune et Caylus.

BASSIN HOUILLER DE SAINT-GERVAIS, PRÈS LODÈVE.

A l'extrémité N. E. du département de l'Hérault, près de la limite qui le sépare des départements de l'Aveyron et du Tarn, il existe un bassin houiller important par sa richesse en charbon, et par son éloignement de toutes mines de houille un peu riches. Malheureusement il est placé dans un pays montagneux, dont les communications sont difficiles, de sorte que ses produits alimentent seulement les villes qui, comme Lodève et Bédarieux, sont situées dans un rayon fort circonscrit. Déjà, à Béziers et à Montpellier, les houilles de Rive-de-Gier font une concurrence redoutable au charbon de Saint-Gervais. La qualité supérieure de ce charbon fait que souvent même on le préfère à un prix notablement plus élevé.

Disposition de ce terrain.

Le terrain houiller de Saint-Gervais forme une bande assez régulière, qui court à peu près E. et O. sur les deux tiers de sa longueur, et s'infléchit de quelques degrés vers le N., à son extrémité orientale. Il s'étend sur 18,000 mètres de long, depuis le pont de l'Orb, sur la route de Lodève à Bédarieux, jusqu'à une petite distance du pont de la Mouline, sur la route d'Agde à Castres. Sa largeur moyenne est de 1,500 mètres. Dans les mon



tagnes du cap Nègre, vis-à-vis de Camplany, elle atteint 2,600 mètres. Il est enclavé, sur toute cette étendue, dans une dépression ouverte, soit dans le granite, soit dans les schistes de transition. Dans cette dernière circonstance, la différence de stratification, entre le terrain houiller et les schistes talqueux, est partout distincte : à son extrémité orientale, le terrain houiller s'enfonce sous le grès bigarré, qui recouvre une étendue considérable dans l'arrondissement de Lodève.

Il est traversé par plusieurs déchirures profondes, qui mettent les couches à nu, et favorisent singulièrement l'étude et l'exploitation de ce bassin houiller. Le grès y est la roche dominante; il y existe aussi des poudingues, des schistes argileux et même du calcaire.

Roches principales du terrain houiller de Saint-Gervais.

Le poudingue est formé de débris des diverses roches composant les terrains anciens, sur lesquels le terrain houiller est déposé. Il contient, en particulier, des galets de quartz hyalin violet, de schiste micacé et de calcaire grenu, analogue à celui des montagnes de Mariou. Les galets sont réunis par un ciment vert noirâtre, souvent compacte et dur, qui donne à la roche l'aspect d'un conglomérat porphyroïde. Elle est placée à la partie inférieure du terrain houiller; mais elle ne se trouve que dans sa partie occidentale, et le partage, pour ainsi dire, en deux bandes distinctes, dont l'une, principalement à l'état de grès, est la plus riche.

A la partie supérieure du poudingue, on rencontre déjà quelques couches minces de grès; mais bientôt cette roche lui succède, et constitue, à elle seule, entre le Bousquet et Mècle, plus des deux tiers du bassin. Le grès est, en général, à grains fins et serrés, à pâte quartzeuse et grisâtre, avec noyaux de quartz blanc et des paillettes assez rares de mica; il est fort dur, et renferme des empreintes charbonneuses de tiges de roseaux et de palmiers. Au milieu de ce grès, il existe, près du village de Camplong, une couche de calcaire bleuâtre, qui depuis longtemps est exploitée pour la fabrication de la chaux.

Le grès prend quelquefois un tissu très-fin; il devient alors schisteux, et passe aussi au schiste argileux noir, qui forme des assises assez minces au milieu des bancs puissants de grès. Ces schistes argileux contiennent une grande quantité d'empreintes de fougères d'espèces différentes; ils renferment en outre, çà et là, des rognons de fer carbonaté, disposés, en général, par bandes, comme les lits de silex dans la craie. C'est surtout aussi

dans les grès à grains fins et les schistes argileux que sont intercalées les couches de houille.

Ces couches sont très-nombreuses; mais on en connaît six principales, qui sont assez régulières et se retrouvent dans la plupart des mines exploitées dans ce bassin. Elles conservent assez bien leur parallélisme et s'écartent très-peu de la direction moyenne E. O., que nous avons indiquée être le sens suivant lequel le bassin est allongé. Cependant on rencontre, en quelques points, des anomalies remarquables, telles que des contournements ou des étranglements subits.

Directions diverses des couches du bassin de Saint-Gervais.

M. Garella, dans un travail manuscrit très-important qu'il a adressé à l'administration générale sur les mines de houille de Graissessac, annonce que, dans ce bassin, les couches affectent trois positions différentes[1]. « A « la partie orientale, vers le Bousquet, les couches se dirigent d'abord à « l'O. S. O., avec une pente de 30 à 40 degrés vers le S. Elles s'appuient « alors sur les roches primitives des montagnes de Méguillon, et plongent « sous la formation de grès bigarré. Cette disposition se prolonge jusqu'au « delà du ruisseau d'Alzou; elle commence à se modifier dans la montagne « comprise entre ce ruisseau et celui de Fialhomme : là, le bassin paraît « avoir été divisé en deux portions par le soulèvement des montagnes si- « tuées entre Boussagne et la rivière de Marre. La portion septentrionale « continue à courir vers l'E., en s'aplatissant au N. Quant à la seconde « portion, les couches qui les composent, abandonnant la direction de « l'ensemble du terrain houiller, se sont déviées vers le S., en affectant « d'abord la direction N. S., puis celle O. N. O. La pente des couches, « qui, dans le premier cas, était vers l'E., tourne au N. Le grès bigarré qui « recouvre le terrain houiller a subi le même mouvement, et les couches « de ce terrain affectent des déviations et des inclinaisons analogues à celles « du terrain houiller.

« De ces trois directions, qu'on observe dans le terrain houiller de Grais- « sessac, la principale, celle qui court de l'E. à l'O., a été déterminée par « le soulèvement du contre-fort contre lequel s'appuie le bassin houiller, et « qu'il limite au N. La direction O. N. O. à l'E. S. E. paraît également être « due au soulèvement des montagnes situées au-dessus de Boussagne. Quant

[1] *Étude du bassin houiller de Graissessac,* par M. Garella, ingénieur des mines.

« à la troisième, celle du N. au S., on doit remarquer que c'est la direction « que l'on observe le plus généralement dans les schistes bleu verdâtre sur « lesquels repose au midi le bassin houiller. » Cette dernière direction se retrouve, du reste, dans beaucoup de bassins du centre de la France, ainsi que nous aurons occasion de le faire remarquer.

Les couches de houille forment deux groupes distincts.

Les nombreuses vallées qui traversent le bassin de Graissessac mettent à nu un grand nombre d'affleurements de couches de houille, et fournissent les moyens de les étudier. On reconnaît qu'elles y forment deux groupes principaux. Le premier de ces groupes, composé de dix couches, dont six seulement sont exploitées, constitue la partie de la montagne du Devois comprise entre le ruisseau de Clédon et celui des Salles. Dans la montagne située entre les ruisseaux de Clédon et d'Espase, qui dépend de la concession de Boussagne, il existe six couches, ou plutôt six assises, composées de neuf couches exploitées; et on a rencontré, en outre, au toit de ce système, trois affleurements assez puissants.

Les affleurements de ces diverses couches peuvent se suivre, à l'E., dans la montagne du cap Nègre, et, à l'O., après le ruisseau des Salles. Il est cependant souvent difficile d'établir une relation entre ces différents affleurements, et de reconnaître à laquelle des couches ils appartiennent. Malgré la régularité apparente du terrain houiller, les couches de houille sont beaucoup trop irrégulières dans leur allure pour que des observations géométriques puissent seules éclaircir cette question : elle ne pourra être décidée que par des travaux d'exploitation.

A mesure que l'on s'éloigne du centre du bassin pour se rapprocher des extrémités, soit du côté de l'E., soit du côté de l'O., c'est-à-dire au Bousquet, comme à Peyremale, le nombre des affleurements diminue, et la qualité de la houille que l'on exploite devient moins bonne : aussi, au Bousquet, sur sept couches connues, il n'y en a que quatre susceptibles d'exploitation, et, sur ces quatre, une seule produit du charbon de forge et même de bon charbon pour la grille. A l'O., on a inutilement fait plusieurs recherches, soit dans la vallée de Rongas, soit à Peyremale, et, jusqu'à présent, on n'y a trouvé aucune couche pouvant donner lieu à une exploitation avantageuse.

La qualité de charbon dans les deux parties, suivant lesquelles nous avons annoncé que le bassin de Graissessac pouvait se diviser, est très-diffé-

rente. Dans la partie orientale, on exploite de la houille de qualité supérieure, tant pour la forge que pour la grille, tandis que les couches de la partie occidentale, quoique fort puissantes, ne donnent qu'un combustible de qualité médiocre, qui se délite quand il est sur la grille, et tombe dans le cendrier sans avoir été complétement brûlé : aussi ne peut-on l'employer qu'à la cuisson de la chaux.

Allure des couches de houille.

L'allure des couches de houille présente assez de régularité dans leur ensemble : elles conservent généralement leur parallélisme et s'écartent peu de la direction moyenne de l'E. à l'O. Cependant, en quelques points, elles affectent des anomalies remarquables : on y observe des contournements prononcés et des rapprochements subits de couches qui, d'abord séparées les unes des autres par des épaisseurs considérables de grès, viennent à se confondre, de sorte qu'on a plusieurs exemples de galeries qui, commencées dans une certaine couche, ont été continuées dans une autre sans qu'on s'en fût aperçu. Quelquefois aussi, comme dans les mines de Boussagne, les couches de houille divergent graduellement et forment l'éventail.

Malgré ces accidents, chaque couche, prise isolément, présente une puissance analogue dans toute l'étendue du bassin, sauf les étranglements et les renflements dont nous venons de parler. Nous devons ajouter qu'on a reconnu deux failles dans le bassin houiller qui nous occupe, l'une dans la montagne du Bousquet, l'autre dans celle de Camplong : ces deux failles, dirigées du S. E. au N. O., coupent les couches obliquement et les rejettent vers le N. du côté de l'angle obtus.

Le bassin houiller de Graissessac est divisé en six concessions, savoir : le Bousquet-d'Orb, Boussagne, le Devois-de-Graissessac, Saint-Gervais, Saint-Geniès-de-Varansal et Castanet-le-Haut. Elles forment ensemble une surface de 8,000 hectares environ.

Mines du Bousquet-d'Orb.

La concession du Bousquet-d'Orb comprend cinq mines. Le système de couches que les travaux de ces mines ont fait reconnaître se compose de sept couches de puissance et de richesse variables, ayant ensemble une épaisseur moyenne de 15 mètres. Quatre seulement sont susceptibles d'être exploitées. L'une d'elles, désignée sous le n° 3, donne du charbon de bonne qualité, également propre à la forge et à la grille. Malheureusement

cette couche, connue dès les premiers temps de cette exploitation, est presque entièrement épuisée.

Mines de Boussagne.

La concession de Boussagne est celle qui embrasse la plus grande étendue de terrain houiller, et est en même temps la plus riche. Elle comprend deux des contre-forts qui traversent le bassin houiller perpendiculairement à sa largeur, savoir : à l'E. le massif du cap Nègre, et à l'O. la montagne de Lapadène. La plus grande partie des travaux, tant anciens que modernes, sont ouverts dans la montagne de Lapadène. Il y existe onze couches de houille, que l'on peut réunir en cinq groupes ayant une puissance totale de 19 mètres environ.

La distance qui sépare ces divers groupes est très-variable. Les couches, fort rapprochées du côté de l'E. sur le revers de Camplong, forment une espèce d'éventail, et s'éloignent les unes des autres en s'avançant vers l'O. : ainsi l'épaisseur totale du système exploité dans la concession de Boussagne, qui n'est pas de 100 mètres vers l'entrée de la mine Poupon, s'élève à plus de 200 mètres dans la mine Brochin, située sur le revers de Graissessac.

Mines du Devois-de-Graissessac.

Les mines de la concession du Devois-de-Graissessac peuvent se diviser en deux groupes, l'un inférieur et l'autre supérieur, établis sur deux systèmes de couches complétement différents. Dans les mines du groupe inférieur, on connaît quatre couches de charbon, ayant une épaisseur totale de 4^{m},90. Elles sont placées de la manière suivante :

Couche n° 1, se partageant en deux parties distinctes sous le rapport de la qualité : la houille du toit, sur une épaisseur de 1^{m},60, est de bonne qualité, tandis que celle du mur est médiocre. Sa puissance totale est de . . . . 2^{m},50

Grès schisteux . . . . 1 ,20

Couche n° 2, houille de seconde qualité . . . . 1 ,00

Grès . . . . 3 ,00

Couche n° 3, houille de première qualité . . . . 0 ,80

Schiste . . . . 0 ,50

Couche n° 4, houille de seconde qualité . . . . 0 ,60

Succession des couches.

Les couches sur lesquelles sont ouvertes les mines du second groupe, au nombre de cinq, se succèdent dans l'ordre suivant :

Couche n° 5 : elle donne du charbon de bonne qualité, propre à la forge et à la grille . . . . 2^{m},00

Couche n° 6, houille de qualité moyenne.................. $1^m,80$

Couche n° 7, houille de première qualité.................. 1 ,00

Couche n° 8, houille schisteuse non exploitable.

Couche n° 9, donnant $1^m,50$ de charbon de forge, et $1^m,80$ de charbon supérieur.. $2^m,30$

Les couches exploitées dans les mines de Graissessac présentent plusieurs plis, dont l'un est orienté du N. au S.

Mines de Saint-Gervais

La concession de Saint-Gervais est alimentée par cinq couches, qui paraissent inférieures à celles du Devois-de-Graissessac. La première, qui a été rencontrée à 72 mètres au-dessous de cette dernière mine, produit de la houille de qualité médiocre. Son épaisseur est de............ $1^m,50$

A 89 mètres au-dessous, existe la seconde couche dite de la Dame, donnant de la houille propre à la forge et non à la grille. Puissance. $1^m,50$

A 12 mètres plus bas, troisième couche dite Pas-Gras, dont la puissance est de.. $1^m,00$

A 12 mètres de cette couche, on rencontre la quatrième dite le Passet, qui se divise en deux parties sous le rapport de la qualité. Celle du mur produit de la houille propre à la forge, tandis que la houille du toit est maigre et sèche. Son épaisseur totale est de.................. $1^m,00$

Enfin, à 24 mètres plus loin, existe la cinquième couche dite le Grand-Pas, dont la puissance est moyennement de.................. $1^m,50$

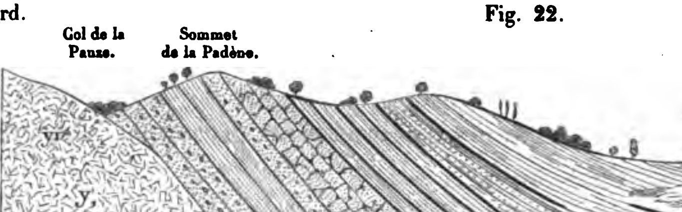
A l'exception de cette dernière couche, toutes les veines du charbon des mines de Saint-Gervais présentent une régularité remarquable dans leur allure, du moins quant à leur direction et au parfait parallélisme entre elles. Leur inclinaison est très-variable. Elles passent de 40 degrés à la verticale.

Les deux concessions de Saint-Geniès-de-Varansal et de Castanet-le-Haut, récemment établies, n'ont pas encore fait connaître de couches importantes. La houille qu'elles ont fournie jusqu'à présent, sèche et peu collante, est impropre au travail du fer.

Pour donner une idée plus exacte du bassin de Saint-Gervais, nous extrayons du Mémoire de M. Garella, cité ci-dessus, deux coupes transversales prises dans les parties les plus riches et les mieux étudiées de ce bassin. Ces coupes rappellent la disposition générale des différentes couches qui composent le terrain houiller de Saint-Gervais, et montrent,

en outre, la discordance entre la stratification de ce terrain et les schistes de transition.

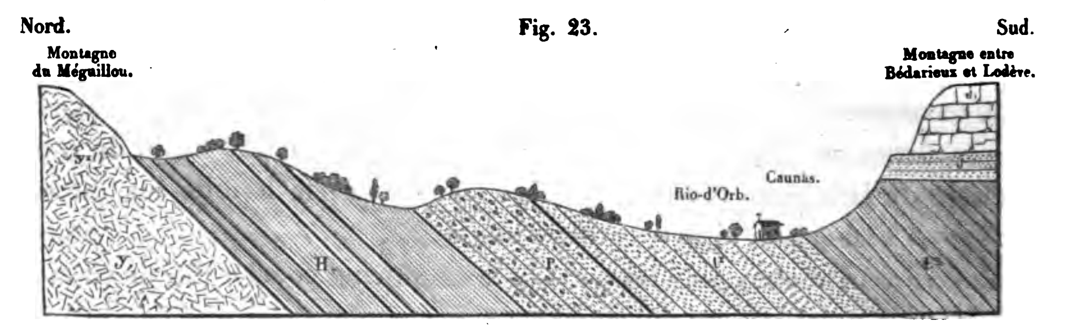
Nord. Fig. 22. Sud.



Coupe du terrain houiller de Saint-Gervais, dans la montagne de Padène, entre Camplong et Graissessac.

y'. Gneiss et schiste micacé.
S. Schiste de transition.
G. H. Poudingue et grès houiller.
H. Alternative de couches de houille, de schiste et de grès à grains fins.

Nord. Fig. 23. Sud.



Coupe du terrain houiller de Saint-Gervais, entre le Bousquet et Saint-Xist.

y'. Gneiss et schiste micacé.
H. Terrain houiller.
P. Poudingue inférieur du trias.
t^1. Grès bigarré.
t^3. Marnes irisées.
j. Grès infrajurassique et lias.

Le charbon de Saint-Gervais, même celui qu'on distingue sous le nom de première qualité, est toujours sec par un excès de carbone, et se rapproche de l'anthracite. Il donne moyennement 63 p. o/o de coke, et il est composé de :

Carbone.....................	78,30	100,00
Cendres.....................	5,30	
Matières huileuses et bitumineuses	8,90	
Matières gazeuses..............	7,50	

Ce charbon brillant, léger, écailleux, se réduit facilement en fragments, et tache faiblement les doigts. Sa poussière est noire. Il brûle avec une longue flamme, et se boursoufle très-légèrement.

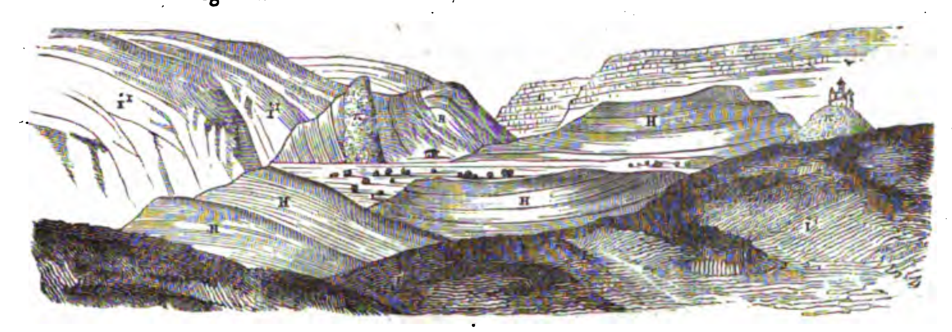
TERRAINS HOUILLERS DÉPOSÉS SUR LES PENTES DES PYRÉNÉES.

Bassin houiller des environs de Perpignan.

Il existe, à l'extrémité de la partie orientale des Pyrénées, deux petits bassins houillers placés sur le revers méridional du groupe de montagnes qu'on désigne spécialement sous le nom de Corbières. Jusqu'à présent l'exploitation de ces terrains houillers est peu importante; mais, lorsque les communications auront été améliorées, il est à espérer qu'ils rendront un grand service à l'industrie. La présence du terrain houiller dans les Pyrénées est, en outre, d'un intérêt scientifique puissant. Elle fournit un horizon certain, qui sert de base à la classification de plusieurs terrains dont les caractères sont voilés par des altérations plus ou moins profondes : tels sont le grès bigarré et le calcaire du Jura, qui ressemblent souvent, par leur texture ou par leur état cristallin, à de la grauwacke, ou à du calcaire de transition.

Le revers méridional des Pyrénées présente également la même circonstance favorable à la géologie, et M. Paillette a fait connaître, près de Ripoll [1], un petit bassin houiller analogue, par la nature de ses roches et par la qualité du charbon qu'il contient, à ceux des Corbières.

Fig. 24.



Vue du bassin houiller de Ségure, prise de la montagne de Quintillan.

i [1]. Terrain de transition.
H. Terrain houiller.
π. Porphyre.
C. Terrain crétacé.
* Château de Ségure.

Les deux lambeaux dont il s'agit sont situés tous deux dans le département de l'Aude : l'un à Ségure, près Tuchan ; l'autre à Durban, sur la Bert.

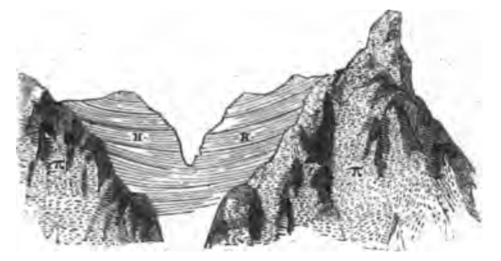
[1] *Notice sur les bassins houillers de la partie orientale des Pyrénées*, par M. A. Paillette. (*Annales des mines*, 3e série, tom. XVI, pag. 663.)

Ils ne sont séparés du terrain houiller des environs de Lodève que par une bande assez puissante de terrains secondaires, de sorte que, sans établir de liaison entre ce dernier bassin houiller et ceux des environs de Perpignan, il est naturel de les considérer comme appartenant au même groupe. C'est par cette raison que nous avons cru devoir les placer immédiatement après les terrains de l'Hérault.

Bassin houiller de Ségure.

Le bassin houiller de Ségure a environ 4,000 mètres de longueur, sur une largeur moyenne de 1,000 mètres. Les couches, dirigées à peu près de l'E. N. E. à l'O. S. O., paraissent avoir subi l'influence du soulèvement de la chaîne principale des Alpes, qui a donné aux montagnes du Canigou leur relief actuel. L'inclinaison des couches est généralement de 22°; elle s'élève quelquefois à 70°. Le terrain houiller de Ségure se compose essentiellement de grès, dont le grain est assez variable; il contient de l'argile schisteuse et quatre couches de houille; il y existe aussi un porphyre qui passe à l'amygdaloïde. Ce porphyre semble former, dans quelques parties, les parois extérieures du terrain houiller, ainsi que l'indiquent les fig. 24, pag. 591 et 25, ci-dessous, représentant : l'une, une vue du ravin houiller de Ségure, prise de la montagne de Quintillan; l'autre, la coupe du ravin de la tuilerie de Viala. Dans ces deux dessins, on voit les tranches du grès houiller s'appuyer sur le porphyre, disposition qui pourrait faire croire qu'elles ont été déposées postérieurement à cette roche ignée.

Fig. 25.



Coupe du ravin de la tuilerie de Viala.

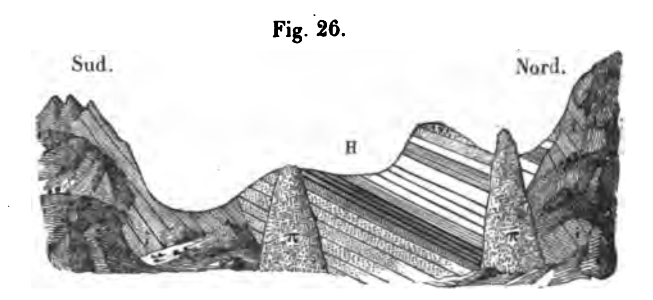
H. Terrain houiller. π. Porphyre.

Mais, si on étudie le porphyre dans l'intérieur même de la mine, on reconnaît qu'il coupe toutes les couches, et que celles-ci ont éprouvé un rejet à son contact. Cette roche est, en outre, analogue à l'amygdaloïde qui, près

de Sigean, relève les calcaires de la craie et même le terrain d'eau douce. D'après cette analogie, nous croyons que le porphyre de Ségure doit être rangé avec les ophites et la lherzolithe que l'on rencontre à chaque pas dans la chaîne des Pyrénées, et qui sont des roches d'une origine fort moderne.

La coupe suivante, prise transversalement au bassin de Ségure à son extrémité O., fait ressortir la position des porphyres. Cette roche se montre sur les deux parois N. et S.; elle y constitue deux pitons, qui s'élèvent verticalement sous forme de filons en coupant toutes les couches. Le filon N. offre même cette circonstance remarquable, que les couches, malgré une stratification en apparence régulière, ne se correspondent pas des deux côtés de la masse de porphyre.

Fig. 26.



Coupe transversale prise à l'extrémité O. du bassin de Ségure.

i. Schiste argileux de transition. H. Terrain houiller.
π. Porphyre.

La houille de Ségure est généralement sèche, anthraciteuse et très-impure. Parmi les quatre couches que l'on connaît, on n'exploite que la supérieure, qui a 0m,95 de puissance : malgré cette faible épaisseur, elle présente encore, dans son milieu, une veine de nerf qui peut avoir 0m,06 de puissance. Les trois autres couches, ayant ensemble 2m,15, donnent un charbon qui contient de 40 à 60 pour cent de cendres. Elles constituent plutôt de l'argile schisteuse mélangée d'écailles de houille que de la houille proprement dite. Les couches de charbon sont peu distantes les unes des autres; elles forment ensemble une assise épaisse de 12 mètres environ.

Le bassin houiller de Durban, recouvert, en partie, par le terrain de craie, apparaît au jour sur 2,000 mètres environ de longueur et sur 1,000 mètres de largeur. Les couches, dirigées du N. E. au S. O., plongent de 65° vers le S. Ce terrain est formé de couches de grès fin alternant avec des couches Bassin houiller de Durban.

puissantes de poudingue, formé aux dépens du schiste argileux de transition sur lequel il repose. Les fragments du schiste argileux ont quelquefois plusieurs mètres cubes de volume. Jusqu'à présent les recherches entreprises dans le bassin de Durban n'ont fait reconnaître qu'une seule couche de houille assez irrégulière, et dont l'épaisseur varie de $0^m,10$ à $0^m,50$. Elle fournit un charbon collant, produisant un coke boursouflé et bien supérieur à la houille de Ségure. On connaît, en outre, dans ce bassin, plusieurs veinules de houille, sans suite et fort minces; le charbon qu'elles ont donné était analogue à celui de la couche que nous venons d'indiquer.

Mine de houille sur le revers des Pyrénées orientales.

La chaîne des Pyrénées présente, sur toute sa longueur, une symétrie qui ne se dément jamais. Le terrain houiller se retrouve, sur sa pente méridionale, précisément à la même distance de l'axe de la chaîne que celui des Corbières. Cette circonstance, jointe à l'intérêt que notre industrie pourra peut-être, un jour, retirer du terrain houiller des environs de Ripoll, nous engage à en dire quelques mots qui compléteront les détails précédents sur les bassins de Ségure et de Durban.

Bassin houiller de la Catalogne.

Le terrain houiller de la Catalogne, situé dans les communes de Surocca et d'Ogassa, se trouve principalement aux alentours des *Mas-Camps* de Junec et de Pinté; il s'appuie sur des schistes de transition, qui paraissent avoir été modifiés à l'époque de la sortie des ophites. Les premières couches du terrain houiller portent également des traces d'altération : elles se composent de couches de grès à grains fins et de schistes argileux grisâtres, sur lesquels repose l'assise houillère, formée de deux couches différentes. Le mur de la couche de houille la plus inférieure est un grès très-fin, feldspathique et magnésien. Cette couche, épaisse de $1^m,40$ à $1^m,50$, est séparée de la seconde par une assise de schiste ayant au plus 10 mètres de puissance. Cette seconde couche, fort régulière, possède, sur différentes parties de son étendue, jusqu'à 3 mètres de charbon. C'est principalement sur cette dernière qu'ont lieu les exploitations assez importantes qui fournissent du charbon aux armuriers de Ripoll.

La direction générale des couches est à peu près du S. E. au N. O., dans le même sens que la chaîne des Pyrénées; le plongement est au S. On retrouve des affleurements de la grande couche en plusieurs points, et quelques anciennes fouilles montrent que le terrain houiller de la Catalogne est beaucoup plus étendu que celui des Corbières. Les empreintes végé-

tales y sont fréquentes; les plus abondantes se rapportent à trois espèces de fougères, à des calamites et à des astéréophyllées. M. Paillette, auquel nous empruntons ces détails[1], dit que les impressions de cette dernière plante sont tellement nombreuses au *Mas-de-Mans*, qu'on pourrait désigner par le nom de couche à astéréophyllées la couche d'argile schisteuse qu'on voit affleurer dans le ravin.

Le charbon qui provient des mines de Surocca et d'Ogassa est, en général, de nature friable, et, quoiqu'à l'œil nu on n'y remarque que fort peu de pyrites, cependant il s'enflamme spontanément, et occasionne de fréquents incendies. M. Paillette annonce qu'il y en a deux variétés.

L'une est une espèce d'anthracite, très-riche en carbone, quoique mélangée d'une assez grande quantité de cendres, qui peut être employée avec avantage pour la cuisson de la chaux.

L'autre, d'un beau noir de velours, tache les doigts, brûle avec flamme et produit un coke boursouflé. Elle serait propre à la forge, si on parvenait à découvrir des parties où les cendres fussent moins abondantes que dans les exploitations actuelles. D'après l'analyse qu'en a faite M. Paillette, cette seconde variété contient de 20 à 25 pour cent de matières étrangères.

BASSIN HOUILLER DE CARMEAUX.

Le bassin houiller de Carmeaux est situé à trois lieues N. d'Alby : il se montre au jour dans la vallée du Céron, faible ruisseau qui se jette dans l'Aveyron un peu au-dessous de Saint-Martin-de-la-Guepie. La proximité où les mines de Carmeaux se trouvent de la rivière du Tarn, navigable très-près d'Alby, leur permet d'exporter leurs produits à une assez grande distance. Cette position favorable donne à ce terrain houiller une importance bien supérieure à celle qui résulte de sa surface, à peine de 2 kilomètres.

Au N. O., le terrain houiller de Carmeaux s'appuie directement sur le terrain primitif. Sa limite est quelquefois cachée, dans cette direction, par des sables du terrain tertiaire; mais on la connaît exactement par le redressement des couches exploitées. Au S. et au S. E., le grès houiller plonge sous le terrain tertiaire d'Alby. Sa limite n'est pas bien déterminée dans ce

[1] *Notice sur les terrains houillers de la Catalogne espagnole*, par M. A. Paillette. (*Annales des mines*, 3e série, tome XVI, page 678.)

sens. Des sondages entrepris entre Carmeaux et Alby ont rencontré le terrain primitif immédiatement au-dessous du calcaire d'eau douce, ce qui montre que le terrain houiller ne se prolonge qu'à une très-faible distance. Le seul côté où l'on pourrait espérer que le bassin houiller de Carmeaux s'étendît un peu plus loin qu'on ne le suppose généralement, c'est du côté de l'O., où il s'enfonce sous le terrain de grès bigarré. Des recherches ont déjà été faites dans cette direction; elles ont même fait connaître quelques veinules imparfaites de charbon : mais ces veinules appartiennent, ainsi que M. Manès l'a démontré[1], au terrain de grès bigarré, et ne peuvent, en aucune manière, donner lieu à une exploitation utile. Il serait cependant possible que le grès houiller se trouvât dans la profondeur; et l'on ne pourra avoir une opinion positive à ce sujet que lorsque des sondages auront rencontré le terrain ancien, qui forme partout les parois du bassin houiller de Carmeaux.

Séparation des couches en deux assises distinctes.

Ce terrain présente deux étages assez distincts. L'inférieur est composé d'une assise de grès de 70 à 80 mètres de puissance, que l'on peut comparer au *millstone grit* des Anglais. Le second constitue une alternance de grès schisteux, de schiste argileux et de houille, dont l'épaisseur est environ de 200 mètres.

Le grès inférieur est généralement formé de fragments de quartz et de feldspath, réunis par un ciment argileux, coloré en noir par des matières charbonneuses disséminées dans sa masse. Le plus ordinairement il est à grains assez fins, sans être schisteux; cependant, dans quelques circonstances, il le devient par le mélange de paillettes de mica. Dans d'autres parties du bassin, ce grès inférieur passe à un poudingue, formé de galets de quartz, de feldspath et de schiste talqueux. Les galets ont toujours des dimensions très-faibles; ils sont, au plus, de la grosseur d'une noix.

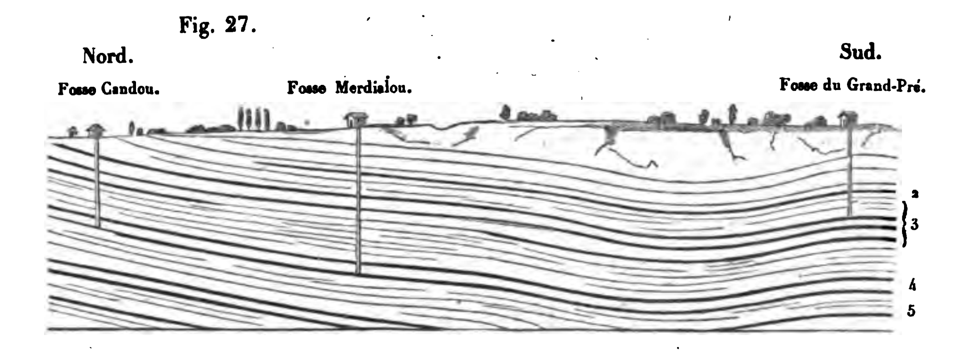
L'étage supérieur offre une alternance, souvent répétée, de couches de grès, de schistes et de houille avec fer carbonaté. Néanmoins la houille est principalement associée à l'argile schisteuse; elle y forme cinq couches assez régulières, et qui ont été rencontrées par presque tous les puits ouverts dans les mines de Carmeaux. Malgré leur régularité, elles pré-

[1] *Mémoire géologique et statistique sur les terrains de grès avec houille qui, dans les départements de l'Aveyron et du Tarn, recouvrent la pente occidentale du plateau primitif central de la France;* par M. Manès, ingénieur des mines. (*Annales des mines*, 3e série, t. X, p. 147.)



sentent un certain nombre de brouillages et de failles qui interrompent les couches : l'une de ces failles les rejette de 10 mètres dans toute la hauteur. Plusieurs couches de houille sont séparées en deux ou trois veines par des bancs de schiste intercalés, de sorte qu'un puits qui traverserait le terrain houiller dans toute son épaisseur rencontrerait douze fois la houille. Les couches de ce terrain sont, en général, peu accidentées; elles se relèvent de tous côtés, de manière à former le fond de bateau. Deux coupes, que nous extrayons du Mémoire de M. Manès cité plus haut, montrent la double courbure des couches de houille, et leur peu d'inclinaison. La première de ces coupes (fig. 27, ci-dessous), celle qui joint la fosse Candou à celle du Grand-Pré, est prise du N. au S. La seconde (fig. 28, pag. 598) est, au contraire, dirigée de l'E. à l'O. Ces coupes indiquent aussi la position relative des différentes couches de houille. Des couches de houille.

Fig. 27.



Coupe dirigée du N. au S., et passant par les fosses Candou et du Grand-Pré.

Les grès de l'étage supérieur sont généralement à grains fins. Leur composition est la même que celle des grès inférieurs; seulement les paillettes de mica y sont plus abondantes. On y trouve quelques géodes de baryte sulfatée : circonstance peu importante en elle-même, mais qu'il est cependant nécessaire de constater, parce que la présence de ce minéral était regardée comme exclusive au grès bigarré.

Les grès supérieurs alternent avec les schistes argileux; mais la séparation de ces deux roches n'est pas immédiate : elle a toujours lieu par des schistes sableux et micacés, qui ne sont, à proprement parler, que des psammites à grains fins. Les argiles schisteuses sont fort abondantes dans le voisinage de la houille; elles sont onctueuses au toucher, grises ou noires,

suivant la plus ou moins grande abondance de charbon. Quelques-unes en sont tellement mélangées, qu'elles fournissent un combustible très-inférieur, désigné sous le nom de *charbonille*.

Les grès inférieurs contiennent une très-grande quantité de tiges et d'empreintes de calamites ; les empreintes de fougères sont, au contraire, plus abondantes dans les roches qui avoisinent la houille.

La couche supérieure de houille, celle qui a été découverte la première par les travaux, est abandonnée depuis longtemps. Elle n'est connue que sur une faible étendue, son affleurement au jour étant très-près de l'extrémité du bassin vers laquelle les couches plongent.

La seconde, très-voisine de la première, n'a été également exploitée que par peu de puits. Elle a une puissance de 2 mètres de bonne houille.

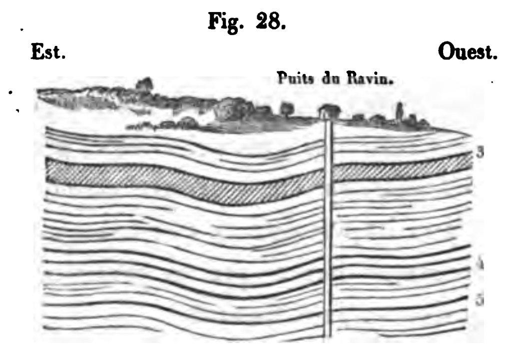
La troisième, séparée verticalement de la seconde par une épaisseur de 35 mètres de grès et de schiste, a $2^{m},66$ de puissance.

La quatrième, dite *grande veine*, se compose de deux veines de $1^{m},66$ d'épaisseur chacune, séparées l'une de l'autre par 2 mètres 60 de schiste. Dans quelques parties des travaux, comme au puits du Ravin, elle forme même trois veines distinctes.

La couche inférieure, fort distante des autres, a été rencontrée seulement à 150 mètres de profondeur. Sa puissance varie de $1^{m},33$ à $2^{m},40$.

La coupe suivante, passant par le puits du Ravin, montre la position relative des couches 3, 4 et 5, et de leurs sous-divisions en plusieurs veines.

Fig. 28.



Coupe de la mine du Ravin, suivant une ligne dirigée de l'E. à l'O.

La houille de Carmeaux est distinguée en deux qualités :

La première, connue sous le nom de *houille du Ravin de la grande veine*, présente une cassure esquilleuse et fortement irisée; elle s'enflamme dif-

ficilement, donne une flamme courte, peu éclatante, se ramollit et éprouve un boursouflement assez considérable par l'action de la chaleur. Elle est composée de :

Charbon....................	72,60	100,00
Cendres....................	3,80	
Matières volatiles.............	23,60	

Nature du charbon.

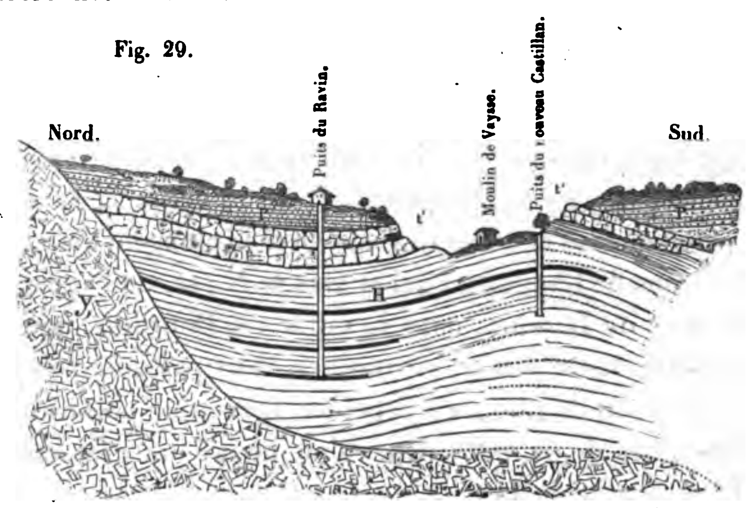
La houille de seconde qualité, désignée dans le pays sous le nom de *houille du Castillan,* est compacte, ne présente que quelques indices de lamelles. Sa cassure, généralement raboteuse, est quelquefois conchoïde. Elle s'enflamme aisément, et brûle avec une flamme longue et brillante, mais sans boursouflement. La composition de cette seconde variété est :

Charbon....................	74,50	100,00
Cendres....................	4,60	
Matières volatiles.............	20,90	

Il est remarquable que la qualité du charbon soit en rapport inverse avec sa richesse en carbone, et c'est en passant à l'anthracite, c'est-à-dire en prenant une plus forte proportion de carbone, que la houille devient moins bonne.

A ces données positives, nous ajouterons un dessin qui fait connaître la disposition générale du bassin de Carmeaux, telle, du moins, qu'elle résulte de l'ensemble des travaux.

Fig. 29.



Disposition présumée des couches de houille du bassin de Carmeaux.

y. Terrain primitif (gneiss) formant les parois du bassin.
H. Terrain houiller.
t'. Grès siliceux exploité, appartenant au grès bigarré.
P. Terrains tertiaires recouvrant en stratification discordante le terrain de grès bigarré.

TERRAIN HOUILLER DES ENVIRONS DE RHODEZ.

Il s'exploite dans la vallée de l'Aveyron, un peu au-dessus de Rhodez, un bassin houiller d'une étendue considérable, qui remonte le cours de l'Aveyron, sur une longueur de 36 kilomètres environ, depuis Sensac jusqu'à une petite distance de Sévérac-le-Château. Le terrain houiller n'affleure pas constamment sur toute cette étendue; mais on le voit sortir à jour, de distance en distance, dans plusieurs ravins profonds, et se perdre immédiatement sous les escarpements de grès bigarré ou de calcaire jurassique qui bordent les affluents de l'Aveyron. On retrouve le terrain houiller dans presque tous les ravins qui existent sur la rive gauche de l'Aveyron, entre Sensac et Bertholène. L'inclinaison des couches, généralement vers le N. 15° E., rend suffisamment compte de l'absence de ce terrain sur la rive droite. Au-dessus de Bertholène, le terrain houiller est caché sous les terrains secondaires jusqu'un peu à l'E. de Gaillac; mais il reparaît bientôt, et trois mines sont ouvertes entre ce dernier point et Sévérac-le-Château.

La direction générale des couches, constamment de l'E. 15° S. à l'O. 15° N. dans toute cette longueur, ainsi que la position relative des couches de houille, qui est également la même sur toute cette étendue, sont de fortes raisons pour présumer que le terrain houiller forme une bande continue dans tout le bassin de l'Aveyron, depuis Rhodez jusqu'à Sévérac-le-Château.

Étendue et direction du bassin houiller de Rhodez.

Il est, en outre, probable que les lambeaux houillers de Saint-Geniez et des environs d'Espalion, dans la vallée du Lot, appartiennent à ce même bassin, et qu'ils en sont le revers N. On est en droit d'admettre cette supposition: d'une part, parce que les couches de Saint-Geniez plongent au S., tandis que celles des environs de Rhodez inclinent vers le N.; et, de l'autre, parce que l'on a trouvé près de Bosouls, dans la vallée du Dourdou, une indication de terrain houiller. Cette vallée, séparant en deux parties à peu près égales le Causse, qui s'étend de Rhodez à Espalion, fournit un point intermédiaire entre les deux rives de la vaste dépression jurassique déterminée par les vallées de l'Aveyron et du Lot.

Le terrain houiller remplirait, par conséquent, le fond de cette dépression, et les affleurements que l'on observe sur les pentes des roches anciennes de ces deux vallées dépendraient de la même nappe houillère. Dans

tout ce bassin, on a ouvert, à différentes époques, un grand nombre d'exploitations qui ont presque toutes rencontré la houille.

On a trouvé jusqu'à cinq couches de charbon; mais la plupart des exploitations n'en ont fait connaître que trois. La seconde couche, dite *veine du milieu*, a constamment donné le meilleur charbon : c'est la plus puissante et la plus pure. Elle a été recoupée par la plupart des travaux, et son épaisseur a moyennement été de $2^m,20$.

Les couches dans la vallée de l'Aveyron inclinent, ainsi que nous l'avons dit, toutes au N.; mais l'angle d'inclinaison est variable d'un point à l'autre, et diminue à mesure qu'on s'éloigne de ses rives.

Disposition des couches à la mine de Bertholène.

Les mines de *Pomarède*, désignées également sous le nom de *Bertholène*, parce que les principales exploitations appartiennent à cette commune, fournissent un des meilleurs exemples que l'on puisse donner du terrain houiller dont nous nous occupons dans ce moment. Les différents puits ouverts dans ces mines ont traversé successivement :

1° Des sables et terres appartenant aux alluvions de la vallée;

2° Des argiles grises et rougeâtres, qui forment la partie supérieure du terrain houiller;

3° Des argiles schisteuses micacées, souvent encore colorées en rouge, de sorte que, sans la présence de quelques empreintes végétales qu'on y trouve disséminées de temps à autre, on pourrait les supposer dépendantes du terrain de grès bigarré;

4° Du grès schisteux micacé contenant des petits grains quartzeux et feldspathiques, qui sont caractéristiques du grès houiller. Quelques empreintes de calamites, propres au terrain houiller, confirment l'analogie qui résulte de ses caractères extérieurs.

5° Une certaine épaisseur de schiste houiller gris foncé, micacé, sépare le grès n° 4 de la première couche de houille.

6° Cette couche supérieure a un mètre de puissance environ. Elle fournit un charbon sec, mais cependant encore propre au travail de la forge.

7° Un banc schisteux, épais de $0^m,90$ à $1^m,20$, sépare la couche supérieure de la *veine du milieu*.

8° Cette seconde veine a été constamment trouvée la plus épaisse dans toutes les exploitations ouvertes dans le bassin de l'Aveyron. Aux mines de

Pomarède, elle constitue une assise de 5 mètres de puissance, divisée en plusieurs couches par des lits de schiste dur (appelés *taps* en langage du pays), qui ont environ $0^m,60$ chacun, circonstance qui réduit environ à $3^m,20$ l'épaisseur réelle du charbon. La qualité des différentes parties de cette seconde assise est très-variable. Ses deux lits supérieurs fournissent un charbon propre à la grille et même à la forge, tandis que les deux inférieurs, composés de charbon dur et terreux, ne sont propres qu'à la cuisson de la chaux.

9° Au-dessous de la seconde couche, ou, pour mieux dire, de l'assise de charbon qui forme la base des exploitations de ce bassin, on trouve un banc de grès et d'argile schisteuse micacée, qui peut avoir de $0^m,60$ à $0^m,80$ de puissance.

10° La troisième couche de charbon succède immédiatement : elle n'est connue que sur $0^m,40$ de puissance. Presque tous les travaux s'arrêtent à son approche. Le charbon qu'elle fournit est de qualité inférieure; il est très-dur et brûle avec difficulté.

Les travaux n'ont pas fait connaître de couches inférieures à celles que nous venons d'indiquer; mais, si l'on suit les affleurements du terrain houiller, on reconnaît qu'il existe des masses puissantes de grès au-dessous des couches exploitées.

Dans les différentes mines des environs de Bertholène, la direction des couches est constamment E. un peu N. Leur inclinaison, de 40 à 45 degrés dans celles qui avoisinent les terrains anciens, se réduit à 15 ou 20 degrés à mesure qu'on s'éloigne de ces terrains. Il paraît même que cette inclinaison a été trouvée encore moindre dans quelques recherches plus au N. que les mines de la Pomarède. Cette différence d'inclinaison, que nous avons déjà signalée, est un fait important à bien constater. Elle confirme l'opinion que nous avons émise, que le terrain houiller présente la disposition dite *en fond de bateau*. Il en résulterait qu'après avoir passé par l'horizontalité, ses couches se relèvent sur le revers N. de la vallée du Lot, et que les affleurements que l'on observe au pied des montagnes anciennes de Saint-Geniez et d'Espalion seraient le prolongement des couches de Sensac et de Bertholène.

BASSIN HOUILLER DE DECAZEVILLE (AVEYRON).

Étendue de ce bassin.

Le bassin houiller de Decazeville est situé à l'extrémité N. du département de l'Aveyron. Il s'appuie de tous côtés sur les roches anciennes; mais il est recouvert, à Montbazens et près de Marcillac, par du calcaire jurassique qui se rattache au vaste lac secondaire compris entre les rives du Lot et de l'Aveyron. D'après cette position, le terrain houiller de Decazeville fait partie des dépôts de charbon placés sur la lisière des terrains anciens, bien qu'à la première inspection de la carte géologique il paraisse naturel de le classer avec les lambeaux de ces terrains disséminés sur la surface des montagnes anciennes du centre de la France.

La largeur du terrain houiller de Decazeville[1] est à peu près de 18,000^{m}. Il commence un peu au N. du Lot et se prolonge jusqu'à Bournassel. Sa largeur varie beaucoup : elle est seulement de 3,500 mètres dans la partie traversée par le Lot, tandis qu'à la hauteur d'Aubin, centre du bassin, elle est de 8,000 mètres environ. Son allongement du N. 10° O. au S. 10° E. correspond à la direction générale des couches, lesquelles plongent toutes vers l'E., c'est-à-dire vers les terrains secondaires que nous avons signalés quelques lignes plus haut. Il en résulte que l'on voit affleurer, le long de la ligne de contact du terrain ancien, les couches les plus inférieures du terrain houiller.

Ce terrain est fort accidenté; il forme un grand nombre de monticules dont on a de la peine à saisir l'ensemble. Les couches présentent des contournements brusques et nombreux, et sont traversées par des failles multipliées. Toutefois ces dérangements, qui ont porté un si grand désordre dans le terrain houiller de Decazeville, sont soumis à une loi générale : on reconnaît que la direction des plis est à peu près du N. au S., et on retrouve, dans la plupart des exploitations ouvertes dans ce bassin, le même nombre

[1] Ce bassin est au nombre de ceux dont l'administration générale des mines fait étudier la structure géologique. Il a été reconnu, dans une direction N. S., sous le territoire des communes de Saint-Santin, Flagnac, Lévignac-le-Haut, Decazeville, Aubin, Firmy et Cransac. Dans sa partie septentrionale, il traverse la vallée du Lot.

Onze concessions y ont été formées, savoir : la Tapie, Bouquiès-et-Cahuac, le Bronal, Serons-et-Paleyret, la Salle, Combes, la Vergne, Cransac, le Rial, le Rioumort et Lacaze.

Disposition générale des couches.

de couches de houille et de minerai de fer. Il résulte de la disposition de ces plis qu'une coupe transversale du terrain houiller d'Aubin, dirigée de l'E. à l'O. et passant par Ruan, Tramont, Paleyret et Serons, offre une série d'ondulations parallèles. Sur cette longueur, qui est de 5,500 mètres environ, les ondulations diminuent successivement en avançant vers l'O., et les couches sont alors moins tourmentées. Le terrain houiller s'appuie à l'O. sur des alternances de granite, de gneiss et de porphyre rouge, et, à l'E., sur des serpentines, des porphyres rouges et une roche amphibolique très-homogène d'un vert foncé. La figure 30 (pag. 606), qui représente la disposition générale des couches de houille du bassin de l'Aveyron, montre aussi la position des porphyres et de la serpentine.

Postériorité du porphyre.

Le terrain houiller est évidemment postérieur aux gneiss et aux granites, puisque le grès houiller est formé des débris de ces deux roches; mais on n'y rencontre aucuns galets de serpentine ni de porphyre. Il est dès lors naturel de penser que ces roches, que l'on voit sortir de distance en distance, à l'O. et à l'E. du terrain houiller, sont la cause des dérangements que nous venons de signaler. La position des porphyres sur les longs côtés du bassin est, en outre, en rapport avec la direction des plis. Enfin, dans quelques points, notamment dans la mine de la Salle, les creux des plis sont également accompagnés de masses de porphyre, de sorte que le terrain houiller semble s'être moulé sur ces roches ignées.

Roche dominante.

La roche dominante dans le terrain houiller de l'Aveyron est le grès à grains fins, mais discernables : il se trouve sur une épaisseur considérable, et alterne avec les schistes argileux micacés et les argiles schisteuses habituelles dans la formation carbonifère. On reconnaît facilement à la loupe que le grès est composé d'éléments granitiques. La partie inférieure du terrain houiller présente un poudingue, que signale la grosseur des blocs de granite qui y sont disséminés à l'état de fragments. Quelquefois leur volume excède un mètre cube. Ils sont, en partie, roulés à la manière des galets qui ont été longtemps transportés par les eaux ; d'autres, au contraire, ont des arêtes si vives, qu'ils paraissent n'être enfouis qu'à une très-petite distance de la roche dont ils faisaient partie. C'est surtout dans la descente de Montbazens, vers Aubin, qu'on voit le poudingue à grandes parties. L'abondance des fragments granitiques, réunis seulement par un léger enduit de grès à grains fins, donne à cette roche arénacée l'apparence d'un

granite fendillé; mais on aperçoit, de distance en distance, de petites taches charbonneuses, et des empreintes végétales qui décèlent la nature de ce poudingue remarquable. Au-dessus, et sur presque toute la lisière inférieure du terrain houiller, il existe un second poudingue à galets de quartz blanc laiteux, dont les dimensions varient entre la grosseur d'un œuf et celle d'une noix. Cette variété de poudingue, fort abondante dans le terrain houiller de l'Aveyron, forme des couches puissantes à Aubin, petite ville placée à la limite inférieure du terrain houiller. Cette seconde variété de poudingue se rapproche du millstone grit des Anglais, si abondant dans l'étage inférieur de la formation carbonifère du S. du pays de Galles. La nature de la houille semble confirmer ce rapprochement fourni par les roches : elle est généralement sèche, comme celle de Merthyr-Tydvil.

Des couches de houille.

Les mines du bassin de Decazeville sont presque exclusivement ouvertes sur une couche très-épaisse, subdivisée en trois veines distinctes par des bancs de schiste intercalés. Les bancs qui séparent ces veines ont une épaisseur tellement irrégulière, qu'elles paraissent souvent n'en former qu'une seule. Néanmoins on retrouve, dans presque toutes les exploitations de Decazeville, un système de trois veines assez régulières, à l'exception de la supérieure dite grande veine, dont la puissance, qui s'élève à 30 mètres au moins dans les mines de Serons, de la Grange et de Lacaze, se réduit à 10 mètres dans la plupart des autres exploitations.

Les deux veines inférieures n'éprouvent pas cette grande différence dans leur épaisseur. La seconde a constamment 7 mètres de puissance, et la troisième, seulement 3 mètres.

Couches de la Grange.

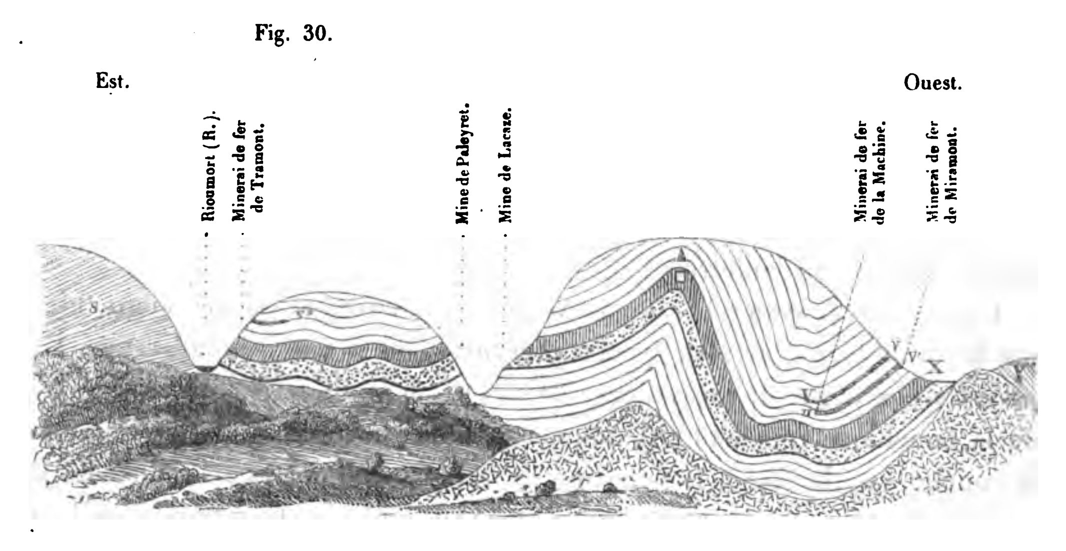
L'épaisseur considérable de la veine supérieure est encore augmentée par le pli en forme de selle qu'elle présente dans la mine de la Grange. Ce pli est accompagné de glissement : de sorte que les deux parties intérieures de la couche se touchent sur une certaine largeur, et que l'épaisseur de la couche est doublée. Les parties de schiste intercalées au milieu de la houille, dont la schistosité correspond au sens de la stratification, dévoilent le repliement que nous venons d'indiquer, et montrent que l'énorme épaisseur que l'on a attribuée à la couche de la Grange n'est pas réelle. Les travaux de cette mine ont, en outre, appris que la couche s'enfonce sous une pente très-rapide vers l'E. et vers l'O. A une certaine profondeur, les deux pans de la couche se séparent, et, au niveau des travaux de Lacaze,



situés à 27 mètres au-dessous de la mine de la Grange, il existe entre eux une masse de grès qui peut avoir 15 mètres de puissance. Le pli est un peu plus ouvert au N. qu'au S. Dans cette dernière direction, le contact des deux parties de la couche se prolonge fort avant dans le terrain.

La grande inclinaison de la couche, jointe à son épaisseur, fait que plusieurs puits sont ouverts dans la houille sur des profondeurs considérables. Dans la mine de Lacaze, l'un des puits intérieurs servant à l'exploitation a déjà atteint la profondeur de 83 mètres sans sortir de la houille, qui forme la pan de la couche inclinant vers l'O. Des galeries transversales, poussées à différentes hauteurs de ce puits, apprennent que les deux pans de la couche s'enfoncent sous l'angle de 80 degrés environ, l'un vers l'E., l'autre vers l'O. Dans l'intérieur du pli, les deux pans sont séparés, à la hauteur des travaux de Lacaze, par un intervalle de 15 mètres de roche stérile. Au centre de cette masse de grès, on a trouvé du porphyre noir, analogue à celui que nous avons signalé sur les parois du bassin, et sur lequel nous donnerons quelques détails à la fin du paragraphe relatif au terrain houiller de l'Aveyron.

Fig. 30.



Disposition générale des couches de houille dans le bassin de Decazeville.

Y. Granite et gneiss.
S. Serpentine formant le Puy del Voll.
π. Porphyre.
VV. Couche de houille supérieure, dite de *Miramont*.
UU'. Couche de minerai de fer reparaissant en V''.
X. Mine de Serons, exploitée sur l'extrémité O. de la couche de la Grange.
A. Galerie n° 9 de la Grange.

Couche de Miramont.

Outre la couche principale, subdivisée en trois veines, il existe encore deux autres couches. L'une, qui affleure au N. du bassin, est connue à Miramont et à Vialarets. Cette couche, beaucoup moins régulière que celle de la Grange, est supérieure à cette dernière, et se trouve à peu près à la même hauteur que la couche de minerai de fer.

La troisième couche de houille, la plus inférieure de tout le bassin, recoupée par le puits n° 3 à la Grange, et par un puits des mines de Paleyret, est séparée de la seconde par un banc de poudingue quartzeux de 15 mètres de puissance. Ce banc de poudingue, qu'on retrouve dans plusieurs parties du bassin, et notamment dans les deux mines qu'on vient de citer, fournit un moyen commode d'établir la position des couches de houille.

Les contournements des couches sont accompagnés de glissements, qui ont produit des surfaces polies que l'on appelle *lissés* dans le pays. Ces surfaces guident les ouvriers dans l'exploitation, parce que, pour l'ordinaire, il n'y a plus au delà que des roches stériles. Cette observation est constante dans les parties courbes des couches : deux *lisses* plongent alors dans le même sens et finissent par se rencontrer.

Minerai de fer.

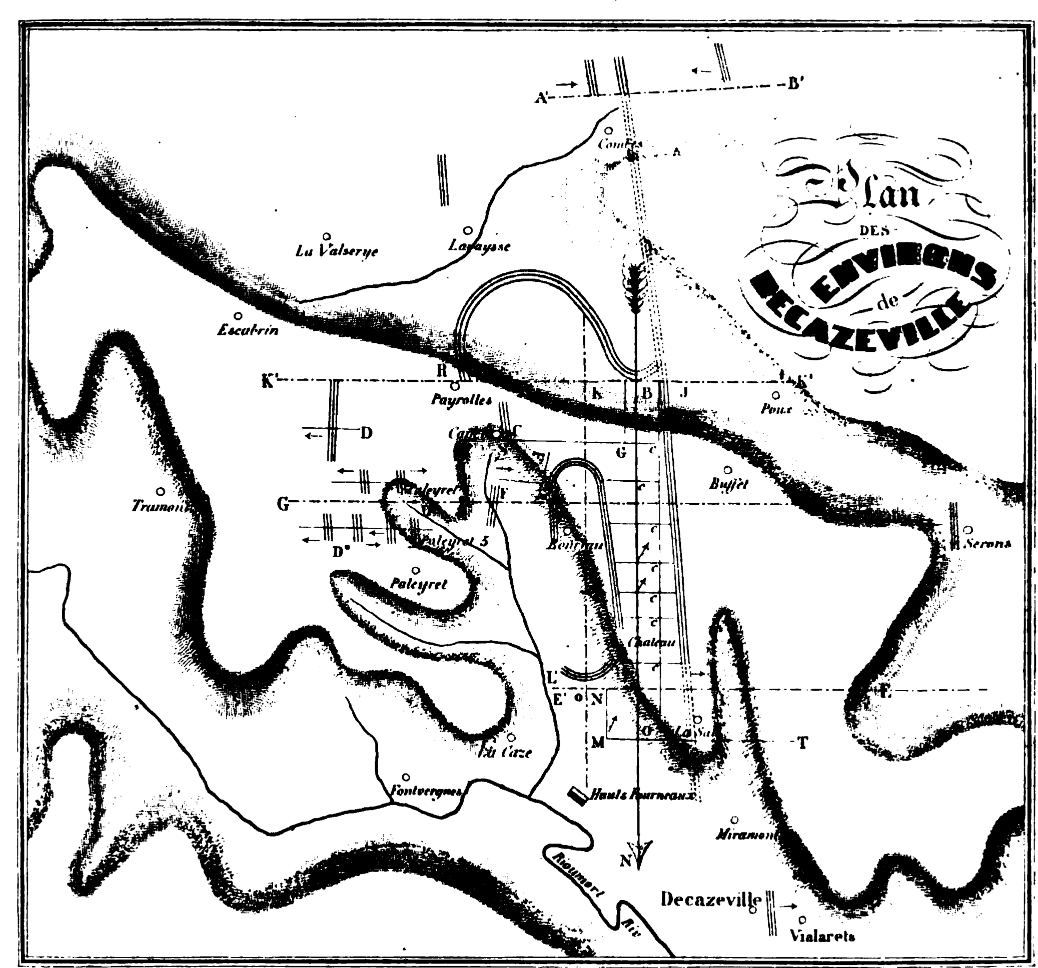
Le terrain houiller de l'Aveyron contient une grande quantité de minerai de fer en rognons et en couches. Le minerai en rognons est le plus pur et le plus riche; mais sa présence n'est pas constante : il est disséminé dans les schistes qui avoisinent la houille, et quelquefois au milieu de la houille même. Le minerai en couches est régulier, et son exploitation, sous ce rapport, est plus avantageuse que celle des rognons; mais le fer qu'il produit est beaucoup moins bon. Il forme une couche supérieure à la grande veine de houille. On le retrouve dans cette position près de la mine de Serons et dans celle de la Grange. Dans cette dernière localité, elle constitue le minerai dit de la Machine. Le minerai de fer de Tramont paraît être également le prolongement de cette même couche; du moins il est entièrement analogue, et se voit, comme le premier, au-dessus de la houille. Cette couche de minerai n'est pas uniforme dans toute son étendue : sa puissance est de 4 mètres dans la mine de la Machine; mais elle se réduit à 1 mètre sur une partie de sa longueur, et présente, dans la mine de Miramont, une série de renflements et de rétrécissements qui lui communiquent la disposition connue des mineurs sous le nom de *mine en chapelets*. Outre l'inégalité de son allure, le minerai de fer en couches en offre

dans sa richesse, ce qui tient à ce que les minerais de ce genre ne sont autre chose que des couches de grès fin, plus ou moins imprégné de carbonate de fer.

La couche de minerai de fer de la Machine est pénétrée par un grand nombre de failles, qui la rejettent à différentes profondeurs. A l'E. et à l'O., la couche s'appauvrit et finit par disparaître entièrement. Au S. et au N., elle est entièrement limitée par des failles qu'on n'a pas encore traversées. L'étendue des travaux du N. au S. est d'environ 150 mètres; elle est de 200 de l'E. à l'O.

Le minerai en couche est schisteux; il est d'un gris foncé, avec des veines noires, charbonneuses, qui lui donnent une texture rubanée. Sa richesse moyenne est de 27 p. 0/0, tandis que le minerai en rognons produit jusqu'à 40 p. 0/0.

Fig. 31.



Lith. de l'Imprimerie Royale.

On admet généralement, dans le bassin houiller de Decazeville, un nombre beaucoup plus grand de couches de houille que nous ne venons de l'indiquer. Cette erreur résulte de ce que l'on a été longtemps sans pouvoir relier entre elles les exploitations ouvertes sur les différentes parties de ce bassin. Mais les travaux considérables entrepris par la compagnie des forges de l'Aveyron donnent de nombreux points de repère, qui nous ont mis à même d'établir les relations des couches de houille reconnues dans les diverses mines de ce bassin, et de nous assurer qu'il n'en existe que trois distinctes. Nous croyons utile d'ajouter aux indications générales qui précèdent, sur l'ensemble du bassin houiller de l'Aveyron, quelques détails sur les exploitations, qui montrent clairement l'allure des couches. Pour qu'on puisse les suivre, nous avons donné ci-contre une petite carte du terrain houiller de cet important bassin. Nous avons présenté, dans cette carte, la trace des couches de houille sur un plan horizontal. Nous avons, en outre, marqué leur plongement au moyen de flèches.

La couche de houille exploitée à la Grange fournit, pour l'étude dont nous nous occupons, un horizon géognostique excellent. Elle s'offre, dans toutes les exploitations, avec une très-grande puissance, et la régularité de sa direction la fait constamment reconnaître.

La grande galerie de la Grange, désignée sur les plans de la mine par le n° 9, et, sur la carte ci-contre, par la ligne A B, a été ouverte dans la houille. Sa direction N. S. est très-rapprochée de la direction de la couche de houille, qui est N. 10° O. à S. 10° E. Cette galerie d'allongement a rencontré le toit de la couche à 800 mètres de son ouverture. On a pratiqué dans cette longueur sept traverses *c, c,* dirigées de l'E. à l'O., ainsi que plusieurs puits d'aérage placés dans l'axe de cette galerie. Couche de houille de la Grange.

Les traverses situées à l'O. ont appris que la couche de houille plonge, dans cette direction, de 80°. Elles ont toutes rencontré le toit de cette couche à des distances qui diminuent depuis 20 mètres jusqu'à zéro en marchant du N. au S.

Dans les traverses placées à l'E. de la galerie d'allongement, l'inclinaison de la couche, d'abord vers l'O., a changé brusquement, et, à 30 mètres de cette galerie, elle est de 70° vers l'E. Enfin, à 120 mètres environ, ces traverses rencontrent le toit. Il résulte de cette disposition que la couche est pliée sur elle-même, et que la puissance extraordinaire donnée par les

traverses situées à l'O. et à l'E. de la galerie n° 9 est double de la réalité, laquelle est encore considérable et s'élève environ à 53 mètres. Dans les traverses, il n'existe pas de roche stérile au milieu du pli; mais les travaux de la mine de Lacaze (O L, M N du plan), placés à l'E. de la galerie n° 9 et à 27 mètres environ au-dessous de cette galerie, mettent à nu le schiste qui se trouve dans le pli. Du reste, les travaux de Lacaze confirment l'épaisseur, la direction et l'inclinaison que nous venons d'indiquer comme caractéristiques de la grande couche de houille du bassin de Decazeville.

Elle présente un pli en forme de selle.

Un puits O, placé un peu au N. E. du point A, ouverture de la galerie n° 9, a traversé le mur de la grande couche à 50 mètres de profondeur. Pour reconnaître le terrain au delà de cette couche, on a pratiqué, à l'O., des galeries OM et MN, qui ont révélé l'existence d'une seconde couche de houille, épaisse de trois mètres et donnant du charbon de bonne qualité. Elle est séparée de la grande couche par une assise de poudingue quartzeux de 15 mètres de puissance.

A 700 mètres environ au S. de l'extrémité B de la galerie n° 9, on a pratiqué à Combes, presque dans le prolongement de cette galerie, des travaux qui ont recoupé la grande couche. On l'a retrouvée avec sa direction N. S. et une inclinaison de 70 à 80°, tantôt vers l'O., tantôt vers l'E., comme à la Grange : de sorte qu'il est évident que le pli se continue dans cette direction, et que la couche présente la même allure sur une étendue de plus de 1,600 mètres du N. au S. à partir de l'origine de la galerie n° 9.

Les mines ouvertes, soit à l'E., soit à l'O. du méridien, passant par l'axe de la galerie n° 9, ont rencontré des couches qu'on a crues distinctes de celles de la Grange; mais toutes, à l'exception d'une seule, se rapportent à de nouveaux plis de cette couche.

Mine de Bourran : elle est exploitée sur la couche de la Grange.

En effet, dans la mine de Bourran, qui est à l'E. de la grande galerie n° 9, deux galeries F I et F' I', la première dans le sens de la direction des couches, et la seconde perpendiculaire à cette direction, ont fait connaître deux couches de houille séparées l'une de l'autre par 15 mètres de poudingue quartzeux, identique avec celui que nous avons cité il y a peu de lignes. La couche de houille qui le recouvre est donc, malgré sa moindre épaisseur, le prolongement de la couche de la Grange, tandis que celle que l'on trouve au-dessous est le prolongement de la seconde couche rencontrée

par les galeries OM et MN. Ce rapprochement, qui résulte de la présence du banc de poudingue, se déduit aussi, avec évidence, de la position des exploitations et des inclinaisons des couches. Les travaux de Bourran s'avancent, en effet, jusqu'à 30 mètres seulement de la septième traverse de la galerie n° 9, laquelle a recoupé le toit de la couche inclinée vers l'E.; la galerie I F, au contraire, a d'abord rencontré le mur de la couche dont le prolongement est vers l'O. Ces circonstances établissent donc avec certitude l'existence d'un pli entre la septième traverse et les travaux de Bourran : de sorte que la couche de houille de la Grange, qui présente une forme de selle dans les traverses de la galerie n° 9, affecterait, au contraire, celle d'un fond de bateau entre ces traverses et la mine de Bourran.

Mines de Paleyret : elles sont également exploitées sur la couche de la Grange.

Les mines de Paleyret, situées encore plus à l'E. que Bourran, et dont les travaux sont indiqués sur le plan par les nos 4 et 5, nous offrent deux autres plis moins prononcés que les précédents, mais que l'étude des inclinaisons rend évidents. Les flèches que nous avons mises révèlent suffisamment cette ondulation du terrain houiller du bassin de Decazeville. Toutefois, pour la rendre plus palpable, nous donnons deux coupes de ce terrain prises à l'E. et à l'O. de la galerie n° 9, qui nous sert de point de départ.

La première, faite sur la ligne G G′ du plan, comprend les travaux de Paleyret, de Bourran et de la galerie n° 9, et montre la disposition du terrain à l'E. de cette dernière galerie.

Fig. 32.

Est. Ouest.

Coupe suivant la ligne GG′ du plan.

A. Galerie n° 9 de la Grange. D. Mines de Paleyret. A I D. Grande couche.
I. Mine de Bourran. P. Banc de poudingues. S S. Petite couche.

Les tranchées de la route de Decazeville à Aubin nous fournissent un moyen facile d'étudier l'allure des couches à l'O. de la galerie n° 9. C'est son examen qui nous a permis de tracer la seconde coupe (fig. 33, ci-dessous), qui s'étend de cette galerie à la mine de Serons, où la grande couche reparaît avec un plongement inverse. Les travaux de cette mine ont d'abord rencontré le toit de la couche, puis la houille dont les strates inclinent de 30° vers l'E.

Il existe, conséquemment, un pli entre la galerie n° 9 et la mine de Serons. Le fond de bateau U U, de la grande couche, doit être à une assez grande profondeur; car une galerie qui se dirige vers l'O., à 50 mètres au-dessous de la galerie n° 9, n'a pas rencontré le pli de la couche de houille.

C'est dans la partie E. du bassin qu'on a reconnu une couche de houille, dont jusqu'ici nous n'avons pas eu l'occasion de parler. Elle se trouve au toit du minerai de fer de la Grange. Elle est, du reste, très-variable de richesse et de qualité. A Vialarets, elle donne un charbon très-bon pour la forge. Sa puissance varie entre 4 et 5 mètres.

Fig. 33.

Est. Ouest.

Coupe suivant la ligne E E du plan.

A. Galerie n° 9 de la Grange.
O. Mine de Lacaze.
O′. Puits n° 3.
O′ T. Galerie n° 1 de la Grange.
U U. Couche de minerai de fer.
V V. Couche supérieure de Miramont.
A O. Grande couche.
X. Mine de Serons.

La nature de la houille n'est pas la même dans tout le bassin de Decazeville. La couche supérieure en fournit de comparable à celui de Saint-

Étienne et de Newcastle. Néanmoins la houille de l'Aveyron est généralement de qualité inférieure aux charbons de ces deux localités célèbres. Elle colle moins; la perte qu'elle éprouve dans sa transformation en coke est plus considérable; enfin elle contient une plus forte proportion de cendres.

Les analyses suivantes, dues à M. Regnault, insérées dans le tome XII de la troisième série des *Annales des mines*, se rapportent à deux des principaux charbons de ce bassin, savoir : la houille de la Vergne et celle de la Grange.

Qualité de la houille.

La première, dont la cassure est conchoïde, a beaucoup d'éclat, donne un coke boursouflé et léger; on la regarde comme peu propre à la fabrication du coke destiné aux hauts fourneaux, probablement à cause de la légèreté du coke. Elle est composée de :

Cendres	5,10
Charbon	54,90
Matières volatiles	40,00
	100,00

Le charbon de la Grange présente une cassure schisteuse; il est formé de parties différemment éclatantes, donne un coke de bonne qualité qu'on emploie dans le travail des hauts fourneaux. Il contient :

Cendres	4,60
Charbon	61,20
Matières volatiles	34,20
	100,00

Près de Figeac, dans le département du Lot, sur les bords du Cellé et à la Capelle-Marival, il existe aussi quelques lambeaux houillers fort peu importants. Les couches de charbon que l'on y a reconnues sont dirigées du N. au S. et plongent de 15 à 20° vers l'E. A la Capelle, la puissance de la houille est quelquefois d'un mètre; mais le charbon de cette localité, presque toujours pyriteux, est ordinairement mêlé de schiste, et, par conséquent, il est d'une qualité très-inférieure.

Nous avons indiqué plus haut que le terrain houiller de l'Aveyron s'ap-

puie, dans plusieurs points, sur des porphyres. Cette roche a, en outre, été retrouvée, notamment dans la mine de la Grange, au milieu même du terrain houiller; elle paraîtrait donc y avoir été introduite postérieurement.

Porphyres intercalés dans le terrain houiller.

Nous aurons plus tard l'occasion de mentionner des porphyres intercalés dans le terrain houiller de Brassac et de Fins, de sorte que ce phénomène n'est pas isolé et qu'il se lie à une des révolutions que le globe a éprouvées. A Brassac et à Fins, l'absence de terrains secondaires nous ôte tout moyen de connaître l'époque où ces porphyres ont été produits. Mais, près de Figeac, et sur les bords du Lot, la présence du grès bigarré et du lias nous fournit un caractère pour déterminer l'âge des porphyres : en effet, partout où ils existent, le grès bigarré est en couches redressées, tandis que le lias et le grès qui en dépendent ont conservé leur horizontalité. Leur production a donc eu lieu dans une période géologique qui sépare la formation houillère de celle du lias.

Les phénomènes qui se rattachent à l'introduction des porphyres dans le terrain houiller des bords du Lot étant variés et nombreux, nous croyons utile de les indiquer en partie.

Les porphyres de l'Aveyron sont de deux espèces.

Les porphyres de l'Aveyron et du Lot, assez analogues à quelques-uns de ceux des bords de la Nahe dans la Prusse rhénane et de ceux d'Édimbourg, également associés au terrain houiller, sont de deux espèces : les uns, rouges, sont feldspathiques; les autres, verts et quelquefois presque noirs, contiennent des cristaux d'albite. Quant à la pâte noire qui forme la masse de ces porphyres, on ne saurait prononcer positivement sur sa nature. Mais cependant, comme elle est difficilement fusible au chalumeau en une perle grise, elle ne peut être ni pyroxénique ni amphibolique : elle se rapporte, par conséquent, au groupe feldspathique, et, sous ce rapport, cette roche noire est analogue au pechstein de la Saxe. Les porphyres feldspathiques sont souvent terreux. Ils renferment des cristaux de feldspath lamelleux, de mica vert, et quelques parties d'un jaune verdâtre, presque toujours tendres, qui ont beaucoup d'analogie avec de la serpentine. Le quartz, si abondant dans les porphyres de Tarare, du Forez, et dans ceux qui, en Bretagne, forment des filons traversant le terrain de transition, ne se rencontre que rarement dans les porphyres du Lot et de l'Aveyron. Néanmoins on observe des grains de quartz semi-cristallisés dans le porphyre noir albitique qui existe un peu au S. de Decazeville. Le porphyre rouge passe, dans quelques circonstances, à des

masses assez homogènes, blanches, en partie compactes, en partie terreuses, fort analogues à la roche qui forme un filon puissant dans la mine de Huelgoat en Bretagne. Ces roches ont aussi la plus grande ressemblance avec les filons d'elvan du Cornouailles. On trouve cette variété de porphyre auprès des mines du Cros et de la Cédalie. Elle est fréquemment altérée: elle perd alors sa dureté, devient grisâtre ou jaunâtre, et prend l'apparence d'une argile. Cette dernière roche, soumise à l'action d'un feu de forge très-vif, éprouve un ramollissement qui la boursoufle et la change en une espèce de porcelanite.

Les cristaux de feldspath ou d'albite sont quelquefois très-rares dans les porphyres de l'Aveyron : ces roches deviennent alors verdâtres, à cassure conchoïde; et leurs caractères sont analogues à ceux des pétrosilex. Ces dernières roches renferment des rognons, des veines et des petits filons de quartz agate et de quartz jaspe : circonstance qui leur donne une grande analogie avec les porphyres noirs de la vallée de la Nahe. Elles présentent quelquefois des amandes calcaires, et passent à des amygdaloïdes.

Les porphyres forment, tantôt des masses interposées dans le terrain houiller, tantôt des masses stratifiées, qui simulent des couches contemporaines au terrain.

Porphyre dans le pli de la couche de houille de la Grange.

Dans la mine de la Grange, le porphyre noir affecte la même direction que la couche de houille; il surgit au milieu même du terrain, et s'injecte entre ses strates de manière à faire douter parfois s'il est réellement étranger à la formation houillère. Ce porphyre noir ne se montre pas au jour; on l'a reconnu intérieurement sur une longueur horizontale de 150 mètres et une hauteur verticale de 60. Il se divise, à partir du bas, en plusieurs ramifications. Chacune d'elles est d'autant plus mince qu'elle se rapproche davantage de la surface. Une seule ramification arrive jusqu'à l'étage supérieur des travaux, où elle n'a que $0^{m},75$ de puissance. A l'étage inférieur, on en connaît trois, dont l'une a de 3 à 4 mètres. Il résulte de cette disposition que le porphyre noir ne se continue pas d'une manière régulière et suivie comme les roches propres au terrain houiller. Il offre des solutions de continuité fréquentes : il semble alors que, poussé de bas en haut, tantôt il a brisé les couches, tantôt, agissant comme un coin, il s'est intercalé entre deux strates parallèles.

Le porphyre n'apparaît pas précisement à l'axe du pli de la couche de

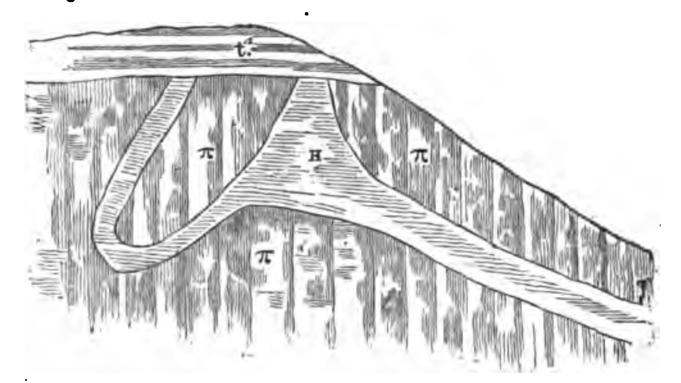


la Grange ; il est un peu à l'O., et il pénètre même dans le pendage de la houille qui se trouve de ce côté et qui est plus resserré que l'autre.

Porphyre de Livignac.

Près de Flagnac et de Saint-Michel-d'Aubin, on voit également, sur la route qui conduit de ce dernier bourg à Livignac, le porphyre former des masses intercalées dans le grès houiller. Au premier abord, on croirait qu'il est en amas ; mais les couches de grès, au lieu de se contourner autour des masses de porphyre, viennent butter contre elles, de sorte qu'il est évident que le porphyre coupe les couches, et que, par conséquent, il a été introduit postérieurement dans le terrain.

Fig. 34.



π. Porphyre. t¹. Grès bigarré.
H. Schiste houiller.

Porphyre de Planiolles.

La figure ci-dessus, prise près de Planiolles, représente un fragment étendu de schiste houiller empâté au milieu du porphyre. Le schiste, quoique endurci, possède encore la stratification qui lui est propre, et contient, de plus, des empreintes de calamites : sa nature n'est donc pas douteuse. Quant au porphyre, il est noir, avec quelques petits cristaux blancs paraissant être de l'albite. Il résulte de cette disposition que ce porphyre, en arrivant au jour, a brisé le terrain houiller et en a enveloppé des fragments considérables. Ce phénomène, propre aux terrains ignés, se montre à chaque pas dans les montagnes volcaniques de l'Auvergne et du Cantal.

Les porphyres, pénétrant dans les terrains houillers d'une manière irrégulière, se sont quelquefois introduits entre leurs couches sur une certaine longueur : ils affectent alors une stratification apparente, qui les a fait regarder pendant longtemps comme contemporains au terrain. La petite

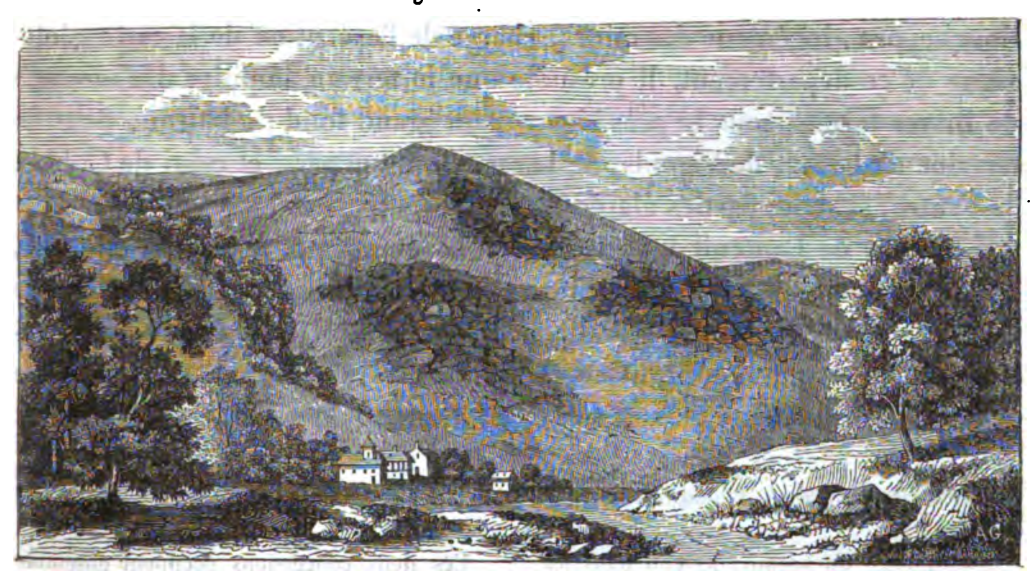
vallée de Carme, au N. O. de Figeac, offre un exemple de cette intercalation du porphyre parallèlement aux couches.

Cette roche y forme deux masses allongées dans le sens de la stratification et séparées entre elles par du schiste houiller endurci, mais contenant cependant des impressions très-nettes de calamites. Le parallélisme entre les masses de porphyre et le schiste s'observe sur plus de 100 mètres de longueur, et quelques saillies de porphyre, qui s'élèvent au milieu des champs dans la direction des couches du terrain houiller, montrent que ce parallélisme se prolonge à une distance beaucoup plus grande.

Liaison entre les porphyres et la serpentine.

Les porphyres de l'Aveyron paraissent associés à la serpentine, qui forme des masses puissantes dans cette partie de la France. Ces deux roches y jouent le même rôle : ainsi, près de la Capelle-Marival, le terrain houiller est accidenté par de la serpentine. Le Puy-del-Voll, à Firmy, dont nous donnons le dessin ci-après, a dérangé les couches du terrain houiller. A l'O., on voit le grès se relever d'une manière assez régulière sur la masse de serpentine, tandis que, à l'E., les couches plongent, au contraire, sous la serpentine; mais cette disposition, fréquente à la proximité des masses d'origine ignée, annonce seulement que le terrain a été plié après le soulèvement qu'il a subi.


Fig. 35.



Intercalation de la serpentine dans le terrain houiller.

S. Montagne de serpentine de Firmy. G. Couches de grès houiller s'appuyant sur la serpentine.

La serpentine s'observe, en outre, sur le prolongement des porphyres de Flagnac, de sorte qu'il n'est pas douteux que l'éruption de cette roche et celle des porphyres ne soient des modifications d'un même phénomène. De plus, partout où la serpentine se trouve réunie avec les terrains secondaires de ces contrées, on remarque qu'elle relève le grès bigarré, et que le calcaire jurassique étend ses couches horizontalement sur la surface de ce dernier terrain. La serpentine de Najac, sur les bords de l'Aveyron, offre un exemple de cette disposition: il en résulte que l'époque de la production de la serpentine est, comme pour les porphyres de Figeac, comprise entre la formation du grès houiller et le dépôt de la partie inférieure du calcaire du Jura.

TERRAIN HOUILLER DES ENVIRONS DE BRIVES.

Le terrain houiller forme plusieurs îlots le long de la limite du terrain ancien.

Le terrain houiller constitue, dans les environs de Brives[1], plusieurs petits îlots isolés, qui forment une série presque continue le long des montagnes primitives du Limousin et à la séparation du gneiss et du grès bigarré. La plupart de ces îlots sont improductifs; mais leur présence n'en est pas moins un fait très-important à constater, parce qu'elle tendrait à faire croire que le terrain houiller se prolonge sous le grès bigarré et qu'il occupe dans la Corrèze une surface assez considérable. C'est, du moins, l'opinion de M. de Boucheporn, ingénieur des mines, chargé de l'exécution de la carte géologique de ce département. Il présume que le terrain houiller des environs de Brives forme, sous le grès bigarré, un grand fond de bateau, dont les terrains d'Alassac, de Vignols, de Lanteuil, d'une part, et celui de Cublac, de l'autre, sont les parties élevées.

La route de Lanteuil à Brives longe constamment le terrain houiller, qui se prolonge au S. en touchant le château de Cornac. Les hauteurs de Puy-le-Mouche, lesquelles se rattachent aux plateaux qui dominent Meyssac, sont de terrain houiller. Cette langue de terrain s'appuie sur le granite et le gneiss à Lanteuil même; mais, en avançant vers l'O., ce contact est

[1] Deux concessions ont été instituées dans ce bassin.

L'une, celle du Lardin, s'étend dans les communes de Saint-Lazare et de Beauregard (Dordogne); l'autre, celle de Cublac (Corrèze), ne dépasse point les limites de la commune de ce nom.

Ces deux concessions occupent ensemble une étendue superficielle de 1,918 hectares.

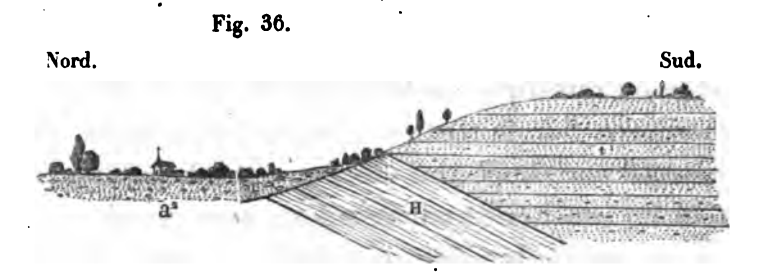


couvert par le grès bigarré. Les couches du terrain houiller sont considérablement relevées sur le gneiss. Elles paraissent même, par leur ploiement, avoir donné naissance à la vallée de Lanteuil; car elles se relèvent en sens inverse de l'autre côté de cette vallée. Près de Lanteuil, le grès schisteux micacé inférieur domine; mais, en se dirigeant vers Brives, le schiste devient, au contraire, la roche principale. On y trouve quelques empreintes végétales charbonneuses, et enfin quelques veinules de houille, sur lesquelles on a fait des recherches qui n'ont pas été couronnées de succès.

Tout ce terrain est fortement accidenté, et l'inclinaison de ses couches est très-variable; cependant la plus habituelle est vers le S. Il forme, aux alentours de Lanteuil, une série de côtes élevées avec quelques vallées profondes. Le point culminant de cet ensemble de côtes est, à peu près, au centre d'un triangle dont Meyssac, Lanteuil et Brives, sont les extrémités. La teinte, d'un rouge brun, de toutes ces hauteurs, dévoile de loin la nature de leur sol qui, presque toujours peu fertile, est rarement cultivé, et ne nourrit que des châtaigneraies clair-semées.

Le terrain houiller, caché, pendant une grande étendue, sous le grès bigarré, reparaît dans la plaine de Brives, où il se montre au bas des côtes qui sont au N. et au S. de cette ville. A Brives.

Fig. 36.



Coupe de la côte au S. de Brives.

t′. Grès bigarré. a². Alluvion.
H. Terrain houiller.

La figure précédente, qui est le résultat de la coupe donnée par la tranchée de la route de Paris à Toulouse, a mis le terrain houiller à nu sur une assez grande longueur. On voit, à la base de ces tranchées, des schistes rougeâtres, que leur nature minéralogique et leur forte inclinaison conduisent à rapporter au terrain houiller, recouverts par des couches horizontales de grès bigarré. La séparation de ces deux grès est marquée par

une couche de poudingue à gros galets de quartz, qui tranchent singulièrement avec le grain des grès supérieurs : ces derniers, étant assez fins et assez homogènes, fournissent de bonnes pierres de taille.

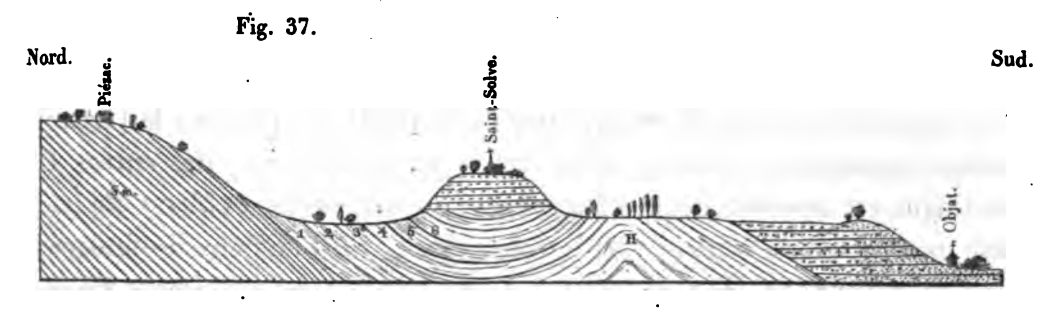
A Donzenac. La limite des terrains anciens et du grès bigarré est marquée, ainsi que nous l'avons déjà annoncé, dans les environs de Brives, par une série de petits lambeaux houillers. En marchant de Brives vers le N. O., on en trouve d'abord près Donzenac ; puis, au village de Brochard, entre Donzenac et

A Alassac. Alassac. Cette dernière petite ville possède aussi une indication de terrain houiller, et même on y a exploité de la houille, tandis que, dans les deux localités précédentes, on n'a pas encore reconnu d'affleurement de charbon. La couche d'Alassac a $0^m,36$ de puissance. On voit encore, à la Chauverie, des traces d'anciennes exploitations. Il y a quelque temps, on a, en outre, reconnu une seconde couche plus près de la Vezère. Les recherches faites sur cette seconde veine ont reçu trop peu de développement pour qu'on puisse émettre une opinion sur l'opportunité qu'il y aurait à continuer les travaux. La seule chose qui ait été constatée, c'est que le charbon est de bonne qualité : des essais faits à la manufacture de Tulle ne laissent aucun doute à cet égard.

A Ceirat. Le terrain houiller, interrompu un moment, aux environs de Voutezac, par le grès bigarré, qui s'avance fortement sur les montagnes primitives, se montre de nouveau au jour vers Ceirat : il y forme une bande allongée, le long de laquelle on remarque constamment le contact du terrain houiller sur le schiste micacé. Sur la route de Pompadour à Objat, dont la figure suivante représente une coupe, on observe cette disposition sur plusieurs points : partout les couches de schiste micacé sont presque verticales, tandis que celles du terrain houiller sont inclinées seulement de 30 à 40°. Les premières couches de ce dernier terrain, celles qui s'appuient immédiatement sur le micaschiste, sont des poudingues grossiers, à fragments volumineux, composés, en grande partie, du même micaschiste sur lequel il repose. Cette circonstance montre, ainsi que nous avons déjà eu occasion de le dire dans le chapitre consacré aux terrains anciens du centre de la France, que la formation du micaschiste est fort ancienne, quoique cette roche paraisse le résultat du métamorphisme du terrain de transition.

Au delà de Saint-Solve, les mêmes couches ressortent de dessous le grès bigarré.

Fig. 37.



Coupe prise le long de la route de Pompadour à Objat.

S m. Schiste micacé.
H. Terrain houiller.
t [1]. Grès bigarré et marnes irisées.
1. Poudingue schisteux.
2. Poudingue quartzeux.
3. Grès schisteux rougeâtre.
4. Schiste et grès schisteux rougeâtre.
5. Grès siliceux solide, blanc grisâtre.
6. Schistes rouges et verts très-épais.

TERRAIN HOUILLER DE CUBLAC.

Le terrain houiller de Cublac, qui a donné lieu à une concession jusqu'à présent improductive, est complétement détaché des petits lambeaux que nous venons d'indiquer. Il en est séparé par une large bande de grès bigarré ayant environ quatre lieues. Malgré cette distance considérable, M. de Boucheporn, chargé de l'exécution de la carte géologique de la Corrèze, suppose, ainsi que nous l'avons déjà annoncé plus haut, qu'il y a continuité entre ces différents dépôts.

A Cublac, le terrain houiller existe sur le revers oriental (fig. 38, pag. 623) d'une côte qui surmonte ce village. Le sommet fort étendu de cette côte est couvert de grès bigarré; mais, au bas de l'autre versant, on retrouve le terrain houiller, qui forme une bande allongée vers le N. O. A l'O., cette bande s'appuie sur le schiste micacé de Villiac, tandis qu'à l'E. et au N. E. elle se perd sous le grès bigarré. La direction des couches est à peu près N. O. S. E., comme celle de la ligne de contact du terrain houiller et du schiste micacé. Elles sont généralement peu inclinées, et plongent seulement de 9 à 20 degrés vers le S.

Le terrain houiller de Cublac présente une alternance de couches de schiste argileux gris foncé et de grès à grains fins. Dans la partie inférieure de la formation, le grès devient à gros grains et contient principalement Composition de ce terrain.



des galets de quartz hyalin blanc. L'un des puits a traversé, en outre, sur l'énorme épaisseur de 119 mètres, un poudingue fort singulier, et qui n'a été retrouvé dans aucun des trois autres puits que la compagnie a fait percer, quoique cependant ces puits soient fort rapprochés les uns des autres. Ce poudingue est composé de gros fragments de granites rose et blanc, de feldspath compacte, de schiste vert porphyritique, avec cristaux de feldspath blanc, de quartz hyalin et de quartz lydien, empâtés par un ciment de grès analogue à celui du terrain houiller. Du reste, dans le puits de l'Espérance où ce poudingue a été retrouvé, il est recouvert par du véritable grès houiller, contenant des empreintes végétales, et même des veinules de houille, continues, sur quelques centimètres d'épaisseur. Ce poudingue, malgré ses caractères anomaux et sa discontinuité, semble appartenir réellement au terrain houiller. Il remplit peut-être une cavité profonde qui existait dans cette partie du bassin.

Faible richesse en houille.

Jusqu'à présent les recherches de houille de Cublac n'ont été couronnées d'aucun succès. Deux des puits seulement, celui de Festugière et de Marcillac, ont fait connaître une couche mince de houille, variant de $0^m,50$ à $0^m,66$. Il paraît même que cette couche éprouve des dérangements considérables; car des descenderies ouvertes dans le sens de sa pente ont mis à nu des failles qui rejettent toutes les couches du terrain.

Les couches traversées au puits Festugière donnent la coupe suivante :

Terre végétale, matériaux éboulés et couches de grès bigarré.	$38^m,00$
Bancs alternatifs très-réguliers de grès micacés à grains plus ou moins fins, kaoliniques, et d'argiles schisteuses micacées, avec empreintes végétales, principalement de fougères.............	56 ,40
Schiste mêlé de houille................................	0 ,10
Houille..	0 ,66
Schiste mêlé de houille................................	0 ,04
Schistes noirs..	9 ,80
Alternance de grès et de schiste comme ci-dessus.........	23 ,85
Grès fin blanchâtre....................................	2 ,75
	131 ,60

La houille de Cublac est noire et brillante par veines. Elle est un peu terreuse, et parsemée d'écailles blanches non effervescentes. Elle colle

faiblement, mais sans se boursoufler, et donne une flamme longue et brillante.

TERRAIN HOUILLER DU LARDIN.

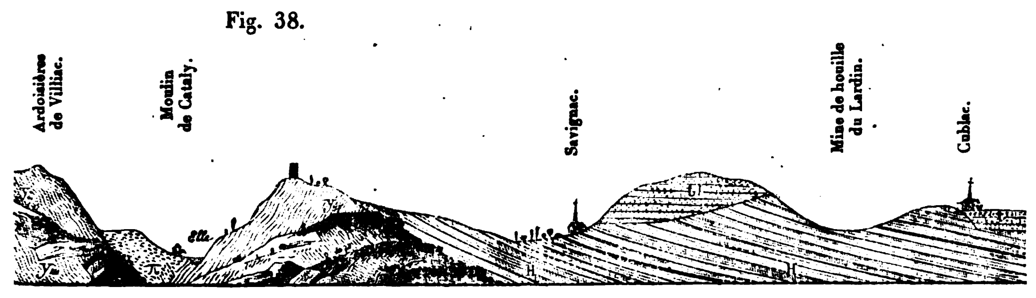
Le terrain houiller du Lardin semble, ainsi que la figure donnée ci-dessous le représente, se rattacher à celui de Cublac et s'appuyer sur le même relèvement de micaschiste; comme ce dernier, il sort de dessous le grès bigarré qui forme les coteaux de la rive droite de la Vezère. Les couches supérieures sont composées d'un grès houiller d'un gris jaunâtre, micacé, en bancs peu épais. Il recouvre une assise très-puissante d'argiles schisteuses micacées, noires ou brunes, avec de nombreuses empreintes végétales, parmi lesquelles on distingue plusieurs espèces de fougères qui caractérisent le terrain houiller de Saint-Étienne.

Au milieu de ces argiles, se trouve une couche de houille de $0^{m},30$ à $0^{m},40$ d'épaisseur. Elle affleure au Lardin, dans la berge de la Vezère. Sa direction est du N. au S. magnétique. Elle plonge, vers l'O., sous un angle de 15°.

Cette même couche a été reconnue par un puits de 40 mètres de profondeur, percé au moulin de Peyreaux, entre la Vezère et la Cerne, dans l'angle des deux rivières. Elle a conservé, dans ce point, la même épaisseur et la même direction que dans son affleurement dans la Vezère; seulement l'inclinaison est changée: elle plonge, vers l'E., sous un angle de 30 degrés. Elle forme donc un pli entre ces deux localités. Le dessin ci-après, que nous empruntons à un travail inédit de M. de Boucheporn, ingénieur des mines, montre la disposition générale du sol et la relation probable entre les terrains houillers de Cublac et du Lardin.

Relation entre ce terrain et celui de Cublac.

Fig. 38.



Coupe dirigée de l'O. N. O. à l'E. S. E., passant par le moulin de Cataly, près Villiac, et par Cublac.

$\gamma_{,,,}$. Micaschiste. — π. Porphyre feldspathique.
H. Terrain houiller. — t^1. Grès bigarré.

Le terrain houiller du Lardin est traversé par plusieurs failles. On en observe une très-apparente au-dessus du Lardin même, dans le lit de la Vezère; elle y forme comme un barrage. Jusqu'à présent ce bassin est improductif: du reste, il n'a pas été étudié dans la profondeur.

Nature de la houille. La houille du Lardin est sèche, très-mélangée de schiste; elle offre seulement quelques veinules luisantes et bitumineuses. Elle contient des écailles blanches, insolubles, analogues à celles que nous venons de citer à Cublac. Elle est également un peu schisteuse, mais de qualité très-inférieure au charbon de cette dernière localité.

TERRAIN HOUILLER D'ARGENTAT.

Le terrain houiller forme[1], à Argentat, un petit lambeau superposé au micaschiste. Nulle part il n'a plus de 10 mètres de puissance, et le gîte exploitable, composé de trois couches, possède au plus 1m,20 de puissance; encore le charbon est-il souvent mélangé d'argile. Le bas prix de la main-d'œuvre, dans ce pays montagneux et sans communications, permet cependant d'utiliser cette faible richesse minérale.

Ce terrain houiller se compose de poudingue, de grès et d'argile schisteuse. Le poudingue forme une couche à la partie inférieure; il est en contact immédiat avec le micaschiste: il est presque entièrement le produit d'une agglomération de fragments anguleux de micaschiste rougeâtre. Le grès à grains fins ou moyens est souvent entièrement siliceux. L'argile schisteuse se divise en feuillets lisses et contournés; sa pâte, ordinairement fine, passe à un grès argileux. Le grès et l'argile schisteuse renferment un grand nombre d'empreintes végétales; celles de fougères dominent beaucoup.

TERRAIN HOUILLER DE LA VALLÉE DU CHER.

Dans la partie supérieure de la vallée du Cher, entre Saint-Amand et Montluçon, on a trouvé, près de Meaulne, des indications de terrain houiller consistant en poudingues et en schistes argileux micacés, avec empreintes végétales. Aux Seignes, et un peu plus au S. du Bavet, où l'on a également

[1] Une seule concession a été instituée, laquelle porte aussi le nom d'*Argentat*. Elle occupe une surface de 1,139 hectares.

fait des recherches, les couches du terrain houiller plongent au N. E. La montagne qui forme la rive droite de l'Aumance est composée de poudingues ayant tous les caractères des roches du terrain houiller. On retrouve aussi, dans les différents ravins qui aboutissent à cette rivière, des schistes et des grès appartenant à cette même formation, notamment près du moulin de Grand-Bœuf.

Il résulte de ces diverses observations que le terrain houiller paraît recouvrir une surface assez considérable sur la rive droite du Cher, au-dessus de Saint-Amand; mais, jusqu'à présent, les travaux qui ont été exécutés dans cette partie du Bourbonnais n'ont pas fait connaître la présence de la houille.

(B.) BASSINS HOUILLERS PLACÉS SUR LA SURFACE DES MONTAGNES DU CENTRE DE LA FRANCE, SUIVANT UNE LIGNE DROITE ORIENTÉE PARALLÈLEMENT AU SYSTÈME DE SOULÈVEMENT DU RHIN.

Caractères généraux de ces terrains.

Les différents bassins qui appartiennent à cette division ont des caractères communs, qui nous conduisent à penser qu'après avoir été déposés dans une position normale, ils ont été ensuite placés, par des phénomènes généraux, dans la situation où on les observe actuellement. Ils contiennent, tous, les mêmes roches. Les poudingues et les grès qui entrent dans leur composition sont formés presque exclusivement de fragments de gneiss et de schiste micacé, mélangés de quelques galets de granite gris à petits grains. Le charbon, toujours sec et anthraciteux, renferme une assez forte proportion de cendres. Leurs couches, en général très-tourmentées, présentent de nombreuses failles. Ces bassins houillers sont, en outre, tous situés au pied de monticules de granite, qui forment, par leur ensemble, une petite chaîne orientée du N. 16° E. à l'O. 16° S., et s'élevant un peu au-dessus du niveau général des montagnes anciennes du centre de la France.

Les couches de ces terrains houillers se relèvent constamment sur les pentes de cette chaîne, et leur direction commune, dans tous les bassins, est parallèle à la vallée longitudinale à laquelle elle donne naissance. Cette disposition remarquable s'explique naturellement, en supposant que le terrain ancien a été plié sur lui-même, et que les dépôts houillers dont nous nous occupons dans ce moment sont des lambeaux d'un terrain houiller

beaucoup plus étendu, qui ont été saisis dans la ride formée sur la surface des roches anciennes.

Le granite qui constitue la petite chaîne transversale que nous venons de signaler, composé de cristaux assez gros de feldspath rose, se distingue facilement des roches habituelles de la contrée, qui sont des gneiss, des schistes micacés et du granite gris. A cette différence dans la nature des roches primitives, se joignent plusieurs autres circonstances qui montrent que le granite rose est plus moderne que les autres roches feldspathiques de la contrée : il forme quelquefois, en effet, des filons dans le gneiss, et le grès houiller, composé essentiellement de fragments de roches primitives, ne contient pas de galets de granite rose. L'un de nous a déjà indiqué la postériorité de ce granite dans un Mémoire sur le plateau central de la France [1]. M. Fournet, dans un travail fort important sur les filons[2], a également reconnu ce fait intéressant pour la géologie des montagnes anciennes de l'Auvergne et du Limousin. « Un second granite, dit-il, a encore paru en assez « grandes masses; il a percé au travers de toutes les formations schisteuses : « c'est le granite à gros grains ou porphyroïde, qui constitue, en général, les « grandes hauteurs sur lesquelles sont implantées les formations volcaniques. »

La direction générale des accidents des terrains houillers qui nous occupent, et de la ride qui sillonne les roches anciennes, se rapporte à ceux qui appartiennent au système du Rhin : c'est donc à cette époque de soulèvement que nous paraissent se rattacher les petits bassins houillers qui s'étendent, presque sans discontinuité, de Mauriac, dans le Cantal, jusqu'à Souvigny, sur les bords de l'Allier. Le bassin de Decise se trouve aussi sur le prolongement de cette ligne, et nous croyons devoir l'associer aux terrains houillers de cette division, quoique ses couches n'aient pas la direction générale N. 15° E. qui les distingue. Le bassin houiller de Decise étant recouvert immédiatement par le grès bigarré, il est difficile d'en connaître la disposition générale.

TERRAIN HOUILLER DE LEMPRET (CANTAL).

La première indication au S. de la longue bande houillère que nous

[1] *Considérations générales sur le plateau central de la France, etc.*, par M. Dufrénoy. (*Annales des mines*, 2e série, tom. III, pag. 55.)

[2] *Études sur les dépôts métallifères*, par M. J. Fournet, insérées dans le *Traité de géognosie* de L. Amédée Burat, tom. II, pag. 468.



venons de mentionner est le petit terrain houiller de Lempret, dans le département du Cantal. Elle franchit ensuite la Dordogne, près de Bort, où le terrain houiller se cache alors, pendant quelque temps, sous les roches volcaniques, qui y forment une colonnade connue sous le nom d'*Orgues de Bort;* puis elle se dirige vers Madic. Des carrières de grès houiller, ouvertes en plusieurs points, nous dévoilent la continuité de ce terrain, qui se rattache au bassin houiller des environs de Bourg-Lastic.

A Lempret, le terrain houiller consiste en couches alternatives de poudingues à gros noyaux de quartz, de grès quartzeux micacé, et d'argiles schisteuses avec empreintes végétales. On y connaît au moins une couche de houille, dont l'épaisseur moyenne est à peu près de $1^{m},80$. La direction générale des couches paraît être du N. N. E. au S. S. O. Elles plongent, vers l'O., sous un angle d'environ 20 degrés.

La qualité de la houille, ou plutôt son degré de pureté, varie beaucoup, selon que l'on pénètre plus ou moins dans la couche. Néanmoins, sauf le schiste dont elle est quelquefois mélangée, on peut dire que la houille de Lempret est de bonne qualité. Sa couleur, d'un beau noir luisant, la rapproche du charbon de Saint-Étienne. Elle s'agglutine en brûlant, et contient peu de pyrites. Elle est assez solide, et il est facile, dans l'exploitation, de l'obtenir en fragments d'une grosseur moyenne. On l'emploie seule dans les ateliers des forgerons du pays.

TERRAIN HOUILLER DE LA HAUTE DORDOGNE.

Les mines de Messeix et de Singles[1], dans le Puy-de-Dôme, quoique assez éloignées de celles de Montaigu, s'y rattachent cependant par une traînée de terrain houiller situé un peu au N. de Herment. Ces mines, ainsi que celles de Champagnac et de Vendu, dans le département du Cantal, sont enclavées dans le terrain primitif, qui les entoure de tous côtés. Ces différentes exploitations, presque contiguës les unes aux autres, sont disposées suivant une ligne droite qui court du N. N. E. au S. S. O. M. Baudin, ingénieur des mines, a reconnu, dans une étude récente qu'il a faite de ces dépôts houillers, qu'ils appartiennent à un même bassin très-allongé, qui aurait près de 17 lieues de long sur une largeur moyenne de $1,200^{m}$.

[1] Ces deux mines forment, chacune, une concession particulière. Leur surface réunie est de 1,471 hectares.

Le terrain houiller forme une bande très-longue et très-étroite.

Dans quelques parties, comme à Champagnac, le terrain houiller atteint jusqu'à trois kilomètres de large; dans d'autres, au contraire, il éprouve des étranglements considérables par suite du resserrement de la rive granitique : il forme quelquefois, alors, une simple lanière. Le point où ce terrain est le plus étroit est à Jalleyrac, où il se réduit à environ 100 mètres de large.

Ressort de dessous les terrains volcaniques.

Dans sa longueur, le bassin houiller de la haute Dordogne est recouvert, sur plusieurs points, par des roches volcaniques. Les *Orgues de Bort,* la nappe basaltique de Mauriac, etc., s'étendent sur le terrain houiller et l'interrompent dans une certaine longueur; mais on le voit constamment émerger de dessous les dépôts volcaniques, avec la même direction N. N. E. qui lui est propre et le caractérise. L'allure des couches, leur disposition relative et leur nature, montrent avec évidence que ces divers petits dépôts houillers forment une bande continue. Quant aux couches de houille, elles ne se suivent pas dans tout le bassin, ou, du moins, leur nombre varie, ainsi que leur puissance. Au lieu dit la Guinguette, on exploite une couche de 2 mètres de puissance, fournissant un charbon de bonne qualité. Entre Plagne et Joustal, l'exploitation a principalement lieu sur une couche de $1^{m},20$ d'épaisseur; au N. O. de Serres, on a reconnu plusieurs autres couches ayant une puissance très-faible, mais qui s'élève quelquefois à $1^{m},40$. Peut-être, dans la profondeur, ces différentes couches se retrouveront-elles dans toute la longueur du bassin, à moins toutefois qu'elles n'aient été coupées obliquement par le relèvement granitique qui a donné à l'ensemble des petits terrains houillers de cette partie de la France la forme d'une lanière placée transversalement du N. N. E. au S. S. O. sur les terrains anciens. Le peu de largeur de ce bassin, relativement à sa longueur, est un fait remarquable qui se lie, d'une manière intime, à la direction des différents lambeaux houillers placés sur le plateau central de la France. Il nous confirme dans l'opinion, que nous avons émise plus haut, que tous ces petits bassins ont appartenu à un vaste dépôt de terrain houiller, enclavé plus tard dans les plis du granite.

On connaît, dans le bassin de la haute Dordogne, plusieurs couches de houille. Ce charbon est de bonne qualité et collant, mais il est mélangé d'une grande quantité de fer carbonaté.

BASSIN HOUILLER DE SAINT-ÉLOY (PUY-DE-DÔME).

Le terrain houiller de Montaigu est presque contigu à celui de la vallée de la Queune, dont nous allons donner ci-après la description. Il forme, dans la vallée de la Bouble, sur le territoire des communes de Saint-Éloy et Youx-la-Cloux, une bande allongée dans le sens de la vallée, c'est-à-dire du N. N. E. au S. S. O., et dont la longueur moyenne n'est guère que d'un kilomètre.

Les roches de ce petit bassin sont : le poudingue, les grès gris ordinaires du terrain houiller, et des schistes noirs micacés. Les couches se dirigent dans le sens de l'allongement du bassin, c'est-à-dire du N. N. E. au S. S. O. Elles offrent un pli dans leur milieu, de telle sorte que, dans la mine de la Roche, les couches plongent à l'O. N. O., tandis qu'au N. de la Vernade elles inclinent en sens inverse. On retrouve, sur ces deux pentes, la même disposition pour le terrain houiller, avec la différence que, dans la partie O. du bassin, les schistes qui accompagnent la houille sont plus nombreux. On connaît plusieurs couches de houille épaisses de 1 à 2 mètres. Dans la mine de la Chaux, l'ensemble des couches de houille exploitées présente une épaisseur qui s'élève à 15 mètres. L'inclinaison des couches varie, dans chaque partie de ce bassin, avec la disposition du sol granitique qui les encaisse. A la Chaux, les couches sont presque verticales, et ce relèvement brusque est partagé par le gneiss sur lequel repose le terrain houiller. Dans la mine de la Vernade, l'inclinaison, assez faible, est moyennement de 30 degrés.

BASSIN HOUILLER DE LA QUEUNE, DANS L'ALLIER.

Disposition générale de ce terrain.

Le terrain houiller de Fins, orienté, d'une manière très-nette, du N. 15° E. au S. 15° O., est situé dans la vallée de la Queune, qui se jette dans l'Allier un peu au-dessous de Moulins. Les premiers affleurements de terrain houiller se montrent à la hauteur de Souvigny et près de Cantes, sur la lisière orientale de la forêt de Messarges. Bientôt le bassin s'élargit, le terrain houiller se développe, et on trouve successivement, en remontant la vallée, les exploitations de Noyant, de Pierre-Percée, et la mine de Fins, dont les travaux se prolongent jusqu'à la lisière du bois de Progne, où la Queune prend sa source. Mais le terrain houiller ne se termine pas avec la vallée, et la configuration du sol est indépendante de sa constitution



géologique, ce qui tient, sans doute, à ce que le pli qui forme la vallée de la Queune est postérieur au dépôt du terrain carbonifère. Cette formation existe encore sur le col placé à la séparation de la vallée de la Queune et de celle de la Bouble; elle continue, sans interruption, depuis le bois de Progne jusqu'aux abords du Montet, pour aller se répandre dans la grande plaine où sont ouvertes les mines des Gabliers et du Montet[1]. Elle se prolonge même encore au delà de cette dernière exploitation : car on retrouve des affleurements de houille à Froide-Font, à Deux-Chaises et à Chapette.

Dans toute cette étendue, le terrain houiller s'appuie sur le granite, dont il remplit une dépression. Les couches conservent, sur toute cette longue bande, la direction N. N. E. S. S. O., déterminée par la ligne de contact du granite et du terrain houiller. Quant à l'inclinaison, en général assez grande, on la trouve alternativement vers l'O. ou l'E., suivant que l'on observe les couches à droite ou à gauche du pli qui traverse le bassin dans toute sa longueur.

Allure des couches de houille.

La plupart des exploitations ouvertes sur le terrain houiller de la Queune ont fait connaître trois couches principales de houille, qui, quoique régulières, sont sujettes à des renflements et à des rétrécissements considérables. Ces rétrécissements font quelquefois disparaître la houille pendant plusieurs dizaines de mètres; mais, dans quelques renflements, au contraire, le massif à exploiter a présenté près de 50 mètres de puissance. La troisième couche de houille est la plus importante de tout ce bassin, tant par son épaisseur, qui est moyennement de 3 mètres, que par la qualité du charbon qu'elle produit, charbon comparable à celui de Saint-Étienne. La mine de Fins, exploitée à différentes époques, et dont les travaux ont pris quelque activité depuis 1824, nous fournit une occasion facile pour étudier ce terrain houiller. Les détails que nous allons donner se rapportent principalement à cette exploitation.

Roches qui composent ce terrain.

Le terrain houiller de la Queune se compose de poudingue, de grès, de schistes divers, de houille et de fer carbonaté. Le poudingue, qui occupe le fond du bassin, et qui recouvre immédiatement les roches anciennes, contient des galets de granite, de quartz blanc et de quartz noir. On n'y trouve

[1] Trois concessions ont été formées sur le bassin allongé de la Queune. Elles occupent ensemble une surface de 2,107 hectares, et portent les noms de Fins, les Gabliers et le Montet.



point de fragments de schiste micacé. L'absence de cette roche, fort rare dans les montagnes qui environnent Fins, et l'abondance des galets de granite, nous apprennent que ce terrain houiller a été fait presque sur place, et aux dépens des roches qui en constituaient le sol à cette époque reculée. Les grès, analogues au poudingue, renferment, en outre, des paillettes de mica et des grains de feldspath; quelquefois ce minéral y est à l'état de kaolin. Certaines couches de grès sont à ciment siliceux : il est alors *lustré* et d'une dureté excessive. Dans plusieurs autres, la chaux carbonatée joue également le rôle de ciment : les grès sont alors effervescents avec les acides.

Dans les schistes de Fins, on distingue les schistes argileux, les schistes bitumineux et les argiles. Les schistes bitumineux sont remarquables par les débris d'animaux qu'on y observe en grande abondance : ce sont des dents bien formées et des écailles lisses et brillantes, qui sont placées entre les feuillets des schistes, à la manière des paillettes de mica. Ces schistes, légers, fissiles, tenaces, sonores comme une planche de bois, sont d'une couleur noir brunâtre; ils se laissent couper au couteau, et acquièrent du lustre par la raclure.

Les schistes bitumineux contiennent des parties volatiles, du carbone et des terres. D'après les analyses qui en ont été faites, la composition moyenne de ces schistes est: Schistes bitumineux.

Matières volatiles	27	100
Carbone	15	
Terres	58	

Le résidu charbonneux qu'ils renferment a la propriété de décolorer les sirops à un faible degré. L'huile qui constitue, en partie, les matières volatiles, peut être employée pour l'éclairage. Quant au résidu terreux, il présente une assez forte proportion de phosphate de chaux, qui provient des débris organiques mêlés, d'une manière plus ou moins intime, dans la pâte de la roche.

A Noyant, les schistes bitumineux avec fossiles se trouvent, vers le milieu du bassin, au-dessus des couches de houille exploitées, alternant avec des schistes et des grès ordinaires. Cette position correspond au schiste bitumineux à poissons d'Autun, lequel, quoique faisant partie intégrante du terrain houiller, appartient cependant aux couches les plus modernes de la formation carbonifère.

Des recherches par tranchées ouvertes, ainsi que de nombreux affleurements des couches, fournissent le moyen de connaître la position relative des différentes roches de ce terrain. Une carrière près de Fins donne la coupe représentée dans la figure ci-jointe.

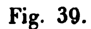
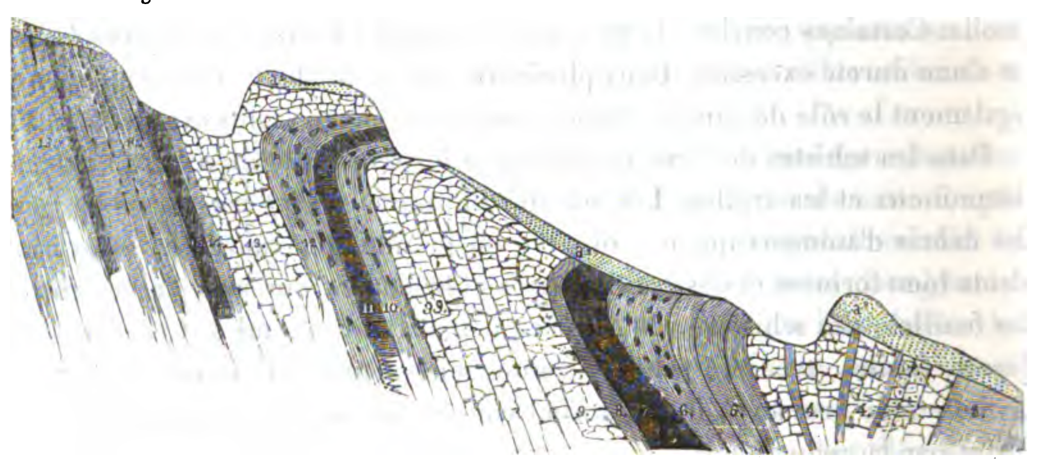


Fig. 39.



Position des couches de houille à la carrière de Fins.

a^2. Alluvion.

Succession des couches.

1° Partout où la partie inférieure du terrain houiller est mise à nu, on reconnaît qu'elle se compose de poudingue, interrompu par quelques couches minces de schistes et de grès.

2° Une assise de grès à grains fins mêlés de schistes noirs, de rognons de fer carbonaté et de filets de houille, surmonte le poudingue. On voit cette superposition dans les environs de Noyant.

La carrière ouverte à Fins montre la suite des couches supérieures à ces schistes, ainsi que la position relative des différentes couches de houille.

3° Des schistes noirs (fig. 39 ci-dessus), analogues à ceux qui forment l'assise n° 2, constituent la couche la plus inférieure de cette carrière. On y trouve successivement, en remontant vers la partie supérieure de la formation :

4° Des grès à gros grains;

5° Des schistes argileux noirs à grains fins, très-solides, appelés *baumes* dans le pays. Ils contiennent des empreintes de roseaux et de fougères.

6° Argile associée à des schistes argileux. La facilité avec laquelle cette roche s'altère et tombe en petits fragments l'a fait désigner sous le nom de *menus noirs*. On trouve, dans cette couche, des rognons rares de fer carbonaté, et des boules de grès d'un assez gros volume.

7° *Houille*, avec bande de minerai de fer. Cette couche est la plus inférieure du bassin; c'est celle que nous avons indiquée sous le nom de *troisième couche*.

8° Argile schisteuse noire, formant le toit de la 3e couche de houille.

9° Grès, ferrifère dans sa partie inférieure.

10° Schiste argileux (*menus noirs* et *baumes*), avec minerai de fer en rognons et en couches.

11° *Seconde couche de houille.*

12° Schistes argileux noirs, avec rognons de fer carbonaté.

13° Couche de grès.

14° Schistes (*baumes*), avec minerai de fer en rognons.

15° Couche supérieure de *houille*, dite *première couche.*

16° Schistes argileux noirs (*baumes*), avec veinules de houille et rognons de minerai de fer.

Porphyre dit *roche noire*, intercalé dans le terrain.

Il existe, dans le bassin houiller de la Queune, une roche porphyrique, désignée dans le pays sous le nom de *roche noire*, et dont nous n'avons pas encore parlé, parce que nous la regardons comme postérieure à ce terrain, quoiqu'elle présente l'apparence d'y être intercalée d'une manière régulière. M. Puvis a fait connaître depuis longtemps la position de cette roche et sa nature[1]. Elle est d'un vert foncé, contient des lamelles plus claires que la pâte, et passe, par des altérations successives, à des roches jaunâtres, terreuses, renfermant une grande quantité de petits cristaux, qui nous semblent être du labrador. Cette roche forme deux couches qui alternent avec le schiste et le grès houiller; on la rencontre particulièrement à la partie inférieure du terrain. Elle se montre avec la même apparence de régularité dans toute la longueur du bassin de la Queune. C'est à Noyant et à Pierre-Percée, c'est-à-dire à son extrémité la plus septentrionale, que M. Puvis l'a découverte. Mais, depuis, elle a été retrouvée à Tronget et à Froide-Font,

[1] *Description d'une roche connue sous le nom de* roche noire, *qui fait partie du terrain houiller de Noyant, etc.*; par M. C. Puvis. (*Annales des mines*, 1re série, tom. III, pag. 45.)

près le Montet, c'est-à-dire au delà du col qui sépare la Queune de la Bouble, et, par conséquent, à l'extrémité S. de la formation houillère.

A Froide-Font, la roche noire repose sur les menus noirs, et est assez rapprochée du granite.

La butte sur laquelle est construit le bourg du Montet résulte d'un soulèvement de serpentine, qui a été traversée par un puits creusé sur le point culminant de ce bourg. Les couches de houille se relèvent vers ce monticule serpentineux, ce qui prouve que cette roche est arrivée au jour postérieurement au dépôt du terrain houiller. Il est probable que la roche noire de Noyant et du Tronget n'est qu'une conséquence de cette expansion de serpentine, quoiqu'on ne puisse observer directement les rapports qui lient ces deux phénomènes.

Serpentine associée à la roche noire.

La roche de Noyant se trouve dans les mêmes circonstances que les porphyres de l'Aveyron, lesquels, ainsi que nous l'avons indiqué, forment tantôt des masses intercalées dans le terrain, tantôt des filons qui coupent les couches et en dérangent la régularité. Nous rappellerons que ces porphyres sont, en outre, associés à des masses de serpentine; et, sous ce rapport, il y a une identité complète entre les phénomènes que l'on observe dans le bassin de Fins et ceux que présente celui de Decazeville. La roche noire de Noyant est également analogue à celle que nous citerons bientôt dans le bassin houiller de Brassac, laquelle se montre, à la fois, en couches régulières et en filons qui coupent tout le terrain. Nous ne doutons point qu'il n'en soit de même de la roche noire de Noyant; et peut-être, un jour, les travaux souterrains viendront-ils confirmer cette supposition, fondée sur l'analogie la plus complète avec des phénomènes ignés de même ordre.

TERRAIN HOUILLER DE DECISE.

La mine de Decise, située à 10 lieues environ au S. E. de Nevers et seulement à 6 kilomètres de la Loire, est une des mieux placées de la France[1]. Elle exporte ses produits, avec une grande facilité, dans toutes les villes qui bordent ce fleuve, et ses charbons peuvent arriver à Paris à un prix inférieur à ceux de Saint-Étienne. Malheureusement la houille de Decise, en

[1] Une seule concession, dont la surface est de 8,010 hectares, a été instituée dans le bassin de Decise.

grande partie sèche et anthraciteuse, est peu propre à la forge maréchale et à la fabrication du coke.

Le terrain houiller est recouvert par le grès bigarré.

Le terrain houiller sur lequel est assise l'exploitation de la mine de Decise est encore imparfaitement connu : il est caché de tous côtés sous les couches de grès bigarré ou de lias, et la découverte de ce gisement considérable est due à des affleurements de plusieurs couches de houille, que l'on voit sur le territoire des communes de la Machine, de Thianges, de Beaumont et d'Anlezy. Les travaux souterrains sont donc les seules ressources que le géologue possède pour étudier ce terrain, qui est appelé à jouer un rôle important dans l'industrie, par suite de sa proximité des nombreux gisements de fer des départements de la Nièvre et de l'Allier.

Nombre des couches de houille.

On connaît, dans les mines de Decise, sept couches différentes de houille, comprenant ensemble une épaisseur de $12^{m},30$ de charbon, défalcation faite des lits schisteux qui y sont intercalés. La distance verticale qui sépare les deux couches extrêmes, appelées, la supérieure, *veine de la Meule,* et l'inférieure, *veine de Germignous,* est d'environ 2,000 mètres, qui se réduisent à 1,240 d'après l'inclinaison moyenne des couches. Leurs affleurements sont parfaitement parallèles, et, dans les travaux, ce parallélisme se conserve : circonstance très-favorable à l'exploitation, parce qu'on peut prévoir le point où chaque puits rencontrera les différentes couches.

Cette régularité, qui ne s'est jamais démentie, permet de calculer facilement le massif de houille qui existe dans les mines de Decise. M. l'ingénieur en chef Burdin, dans une expertise faite par ordre du tribunal de Nevers, a évalué à au moins 90,582,916 hectolitres les massifs de houille reconnus par les travaux actuels. Cette quotité correspondrait à une exploitation annuelle de 600,000 hectolitres pendant cent cinquante ans.

Les couches de houille de Decise sont inclinées de 25 à 30 degrés vers le S. S. O. Le terrain est composé de grès à grains fins, de schiste et d'argile schisteuse. La succession suivante des couches, donnée par le puits le plus profond, fait connaître la nature des différentes assises dont se compose le terrain, ainsi que la position relative des couches de houille.

Succession des différentes couches de ce terrain.

Ce puits, après avoir traversé quelques pieds de terrain de transport, est entré immédiatement dans le terrain houiller. Il a percé successivement :

Schiste argileux noir terreux	$3^{m},80$
Grès houiller à grains fins	3 ,[illegible]

Schiste argileux	$3^m,80$
Grès gris schisteux et micacé	13 ,25
Schiste avec quelques empreintes	7 ,00
Deux couches de grès	7 ,75
Grès et schiste alternant ensemble; mais le schiste domine	70 ,00
Grès et argile schisteuse	0 ,35
Schiste	0 ,54
Grès et argile schisteuse	1 ,10
Schiste impressionné	1 ,00
Grès	1 ,05
Grès et argile schisteuse	1 ,60
Grès	3 ,85
Grès et argile schisteuse	2 ,85
Grès renfermant quelquefois des lits d'argile schisteuse	24 ,00
Seize couches de grès et de schiste argileux alternant ensemble	40 ,00

Première couche de houille rencontrée par ce puits, appelée *premier blard*. Au-dessus de cette couche, il en existe deux autres désignées sous le nom de couches de la *Meule :* elles sont à l'extrémité O. de la concession de Decise, et un seul puits les a recoupées.

Le *premier blard* est traversé, dans tous les sens, par des barrages. Il donne une houille de qualité médiocre, un peu collante, et pouvant être employée à la fabrication du coke. Son épaisseur est de .... $2^m,00$

Grès contenant quelques couches minces de schiste argileux... 20 ,00

Deuxième couche de houille (*deuxième blard*), épaisse de...... 2 ,00

Cette puissance se réduit en charbon à $1^m,50$, à cause de deux veines de schiste intercalées. Son charbon est moins collant que le précédent; il est surtout moins pur, et fort souvent mélangé de sulfate de chaux.

Une assise puissante de grès et de schiste argileux sépare le deuxième blard de la couche suivante. Dans les deux puits dont nous donnons la coupe ci-contre, elle est de 80 mètres; mais, dans plusieurs autres, sa puissance s'élève à 100 mètres : ce qui fait voir que les couches ne sont pas exactement parallèles .... $80^m,00$

La *troisième couche de houille*, appelée *Gros-Benoît*, est d'une épaisseur variable : on estime sa puissance réelle en charbon à $2^m,30$. Elle contient plusieurs veines de schiste .... $2^m,80$

Grès avec lits d'argile . . . . 40^{m},00

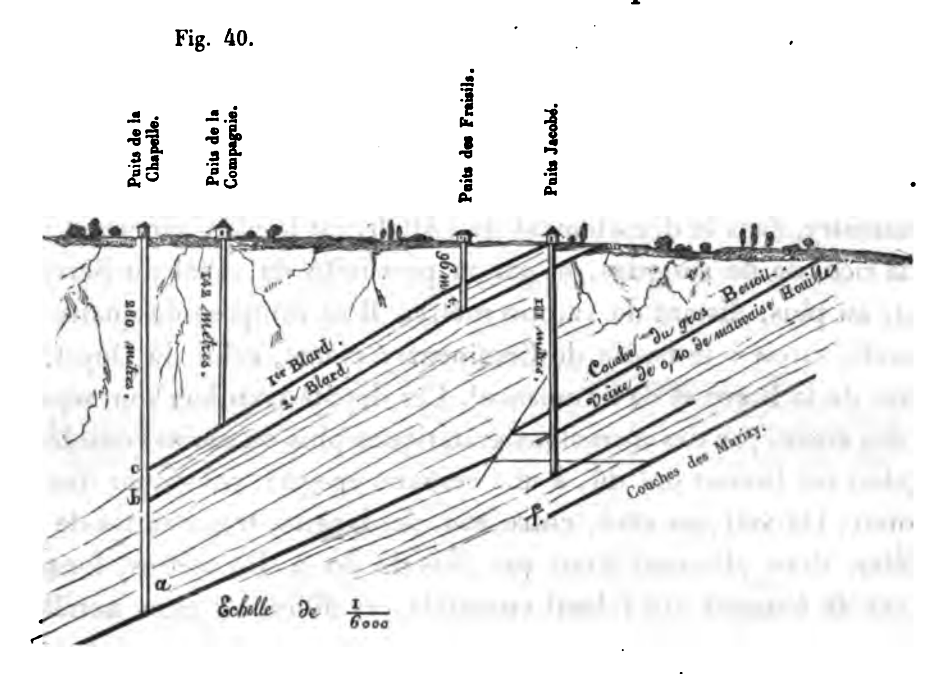
Cette assise renferme encore deux petites couches de houille qui ne sont pas exploitées.

Il y a, au-dessous du puits de la Chapelle, encore deux autres couches puissantes de charbon : l'une, appelée les *Marizy*, épaisse de 1^{m},60, sera percée par ce puits ; la seconde, désignée sous le nom des *Germignous*, et dont l'affleurement est reculé de près de 3,000 mètres de celui de la couche des Marizy, ne serait coupée par ce puits qu'à une profondeur de 1,000 mètres environ.

La couche dite du *Gros-Benoît* fournit le meilleur charbon de Decise. Une certaine portion de cette couche produit du charbon maréchal. Elle est fort régulière ; néanmoins elle présente des barrages nombreux et un rejet assez considérable.

Pour donner une idée complète de ce bassin, nous joignons, ci-dessous (fig. 40 et 41), une coupe verticale de la mine de Decise, prise suivant l'inclinaison des couches, ainsi qu'une coupe générale du pays. Dans cette dernière, on voit que la partie du terrain houiller qui est riche en combustible se trouve environ vers le milieu de ce dépôt sédimentaire.

Fig. 40.



Coupe verticale, suivant l'inclinaison des couches.

Fig. 41.

Carrières de pierre à plâtre.

Coupe figurative du terrain houiller de Decise, suivant l'inclinaison des couches.

a. Petite couche de la *Meule*.
b. Seconde couche de la *Meule*.
c. *Premier blard*.
d. *Deuxième blard*.
e. Couche du *Gros-Benoît*.
f. Couche des *Marizy*.
t^3. Marnes irisées avec gypse.
J. Calcaire du Jura.

(C.) BASSINS HOUILLERS DISTRIBUÉS D'UNE MANIÈRE IRRÉGULIÈRE SUR LE PLATEAU CENTRAL DE LA FRANCE.

TERRAIN HOUILLER DE COMMENTRY.

Outre les différents lambeaux houillers qui forment, par leur ensemble, une ligne si remarquable dirigée du N. 16° E. au S. 16° O., et sur laquelle nous avons donné des détails précédemment, il existe encore plusieurs bassins houillers disséminés sur les montagnes granitiques du centre de la France, dans des positions indistinctes. Le bassin houiller des environs de Commentry, dans le département de l'Allier, est le plus important de tous par la richesse de ses gîtes, et par sa proximité du canal du Berry, dont il est, au plus, distant de 12,000 mètres. Il se compose de quatre bassins distincts, savoir : le bassin de Commentry même, celui de Doyet, et les bassins de la Barre et de l'Aumance[1]. Ces dépôts houillers sont séparés les uns des autres par des mamelons granitiques plus ou moins considérables: toutefois ces bassins ont dû, à une certaine époque, constituer une nappe continue. On voit, en effet, entre eux, des langues très-étroites de terrain houiller, dont plusieurs n'ont pas plus de 30 à 40 mètres, former des espèces de témoins qui relient ensemble ces différents gîtes houillers, et

[1] Trois concessions portant les noms de Commentry, Benezet et Doyet, ont été instituées dans ces bassins contigus. Elles occupent ensemble une surface de 2,320 hectares.

qui indiquent qu'ils ont dû être séparés violemment depuis leur dépôt.

Le terrain houiller de Commentry ne présentait, il y a encore peu d'années, qu'une faible surface : des recherches récentes ont appris qu'il se prolongeait à l'O., et on voit les couches de grès et de houille ressortir à Ferrières, sur la rive droite du ruisseau de l'Amarin.

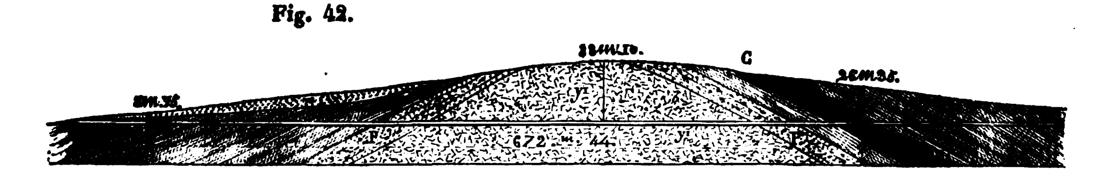
Le terrain houiller forme plusieurs lambeaux distincts.

Ce bassin houiller est découpé, en partie, par les roches granitoïdes qui se montrent au jour en plusieurs points, notamment à Commentry même, où il forme un îlot assez élevé. Cette butte est composée d'un granite rose à grains fins : toutefois le terrain houiller ne repose pas immédiatement sur cette roche; il en est séparé par une faible assise de gneiss. L'interposition de cette mince lame de gneiss au contact même du terrain houiller, dans un point où le granite est certainement postérieur au terrain houiller, est un fait qui semble démontrer que la structure des roches schisteuses feldspathiques est due, en partie du moins, au refroidissement qu'elles ont éprouvé par l'action des terrains secondaires au milieu desquels elles se sont introduites.

Grande couche de Commentry.

La construction d'une galerie, dont nous joignons la coupe, a montré que le terrain houiller se relève sur les deux pentes opposées de la butte de granite ; mais, jusqu'à présent, on n'a retrouvé que d'un seul côté la grande couche, sur laquelle est assise l'exploitation de Commentry. Cette couche plonge vers le S. Son allure est sujette à quelques irrégularités, qui font présumer qu'elle contourne le mamelon primitif auquel elle est adossée. Son inclinaison est de 15 à 20 degrés, et son épaisseur moyenne est de 14 mètres.

Fig. 42.



Coupe donnée par la grande galerie de Commentry.

γ^1. Granite. P. Poudingue houiller.
C. Grande couche. m. Terrain tertiaire.

Il est assez remarquable que les couches du terrain houiller de Com-

mentry inclinent toutes vers le S., de sorte que celles situées sur les bords méridionaux du bassin ne plongent pas vers le centre, comme cela est ordinaire : il en résulte que le soulèvement du granite a relevé le bassin houiller, en le faisant tourner sur un de ses bords comme autour d'une charnière.

Le percement du puits Saint-Allène a fait découvrir une couche supérieure à celle qui forme la base de l'exploitation de Commentry : cette seconde couche, qui a trois mètres de puissance, fournit un charbon de bonne qualité. Enfin, au-dessous de la grande couche, on a trouvé une troisième veine de charbon de 1 mètre de puissance : elle est séparée de la seconde par $3^m,15$ de schiste.

Porphyre feldspathique postérieur au terrain houiller.

La base du terrain houiller est formée de poudingues à galets de granite. Sa partie supérieure est composée de schistes et de grès schisteux, qui reposent sur les couches de houille et les séparent les unes des autres. Dans le prolongement du bassin houiller vers Ferrières, il existe du porphyre feldspathique intercalé entre les couches et paraissant, au premier abord, stratifié dans le terrain; mais, en étudiant cette roche dans ses affleurements, on la voit qui traverse, à la fois, le terrain houiller et le granite : elle est, par suite, postérieure à ces deux terrains. Son contact est presque toujours marqué par la présence du minerai de fer, qui forme des salbandes minces de 10 à 12 centimètres et contenant du fer oxydé assez riche.

Terrain houiller de Doyet.

Le second bassin houiller qui avoisine Commentry est celui de Doyet, coupé en deux parties à peu près égales par la route de Montluçon à Montmarault. Dans la concession de Doyet, on connaît six couches, ayant ensemble une épaisseur totale de plus de 20 mètres. Une seule de ces couches est actuellement exploitée : elle a cinq mètres de puissance. L'allure des couches de Doyet est irrégulière; elles affectent des inclinaisons très-diverses, qui montrent qu'elles ont été fortement tourmentées depuis leur dépôt. Le porphyre micacé, qui forme des masses stratifiées dans le bassin de Commentry, se présente en filons dans celui de Doyet. La pâte en est rouge foncé; les cristaux de mica sont petits, noirs et brillants. A Doyet comme à Commentry, la partie inférieure du terrain houiller est à l'état de poudingue : cette roche y est fort abondante.

Terrain houiller de la Barre.

Le bassin de la Barre est séparé de celui de Commentry par une crête granitique très-allongée; on l'observe principalement dans la vallée de

l'Œil et dans celle du Voirat. Il est probable que ces deux parties du bassin de la Barre se réunissent sous les grès quartzeux, qui sont très-développés entre les vallées que nous venons de citer. Le terrain houiller de la Barre se compose de couches de poudingue, de grès et de schiste, ayant une puissance considérable. On a découvert, près de Lavaux, un affleurement de houille qui pourrait avoir quelque importance; mais les travaux de recherche, poussés seulement à une vingtaine de mètres de profondeur, sont encore trop insuffisants pour qu'on puisse rien dire de positif sur le gisement houiller.

Terrain houiller de l'Aumance.

Le quatrième lambeau houiller des environs de Commentry est le plus étendu en surface; il se prolonge du N. au S., des bords de l'Aumance jusqu'au domaine de Peyre. Malheureusement sa richesse ne correspond pas à la surface qu'il recouvre, et, jusqu'à présent, il n'a offert que des veinules de houille disséminées au milieu du schiste noir. Il se compose, comme à Doyet et à la Barre, de poudingue, de grès et de schistes argileux noirs, avec empreintes. Le grès forme surtout des couches puissantes, exploitées, suivant la finesse de ses grains, pour pierres de taille ou pour meules à aiguiser.

Le porphyre micacé et quartzifère que nous avons cité à Commentry et à Doyet se représente dans le bassin de la Barre et dans celui de l'Aumance. Ce porphyre, malgré quelque différence de caractère, est de même époque que celui de Fins et de Pierre-Percée. On doit aussi le rapprocher des porphyres qui ont si profondément bouleversé le terrain houiller de l'Aveyron.

Nature de la houille de Commentry.

La houille de Commentry possède une cassure conchoïde et extrêmement brillante; elle brûle avec une flamme vive et fuligineuse. Ses caractères extérieurs lui donnent de l'analogie avec le *cannel-coal* du Lancashire; mais elle est plus dure et plus brillante. Le coke qu'elle produit, d'un gris presque blanc, est simplement fritté.

Sa composition a donné à M. Regnault[1] :

Cendres	0,20
Charbon	63,20
Matières volatiles	36,60
	100,00

[1] *Recherches sur les combustibles minéraux*, par M. V. Regnault, ingénieur des mines. (*Annales des mines*, 3ᵉ série, tom. XII, pag. 193.

Cette houille, quoique sèche, est bien supérieure à celle que produisent les bassins de Fins, de Saint-Éloy, de Bourg-Lastic, etc..... Cette circonstance n'est pas la seule qui établisse une séparation tranchée entre les lambeaux de terrains houillers dispersés çà et là sur le granite, et ceux alignés suivant la direction du système du Rhin. Les grès qui les accompagnent affectent des différences encore plus essentielles. En effet, les grès de Fins, de Saint-Éloy, etc., sont composés presque exclusivement de fragments de schiste micacé, tandis que, dans les bassins de Doyet et de Commentry, les poudingues ne contiennent que des galets de granite et de porphyre.

TERRAIN HOUILLER D'AHUN.

Houille dans la vallée de la Creuse.

La vallée de la Creuse présente, près d'Ahun, un bassin houiller qui s'étend depuis cette ville jusqu'à Lioreix, sur une longueur d'un myriamètre et demi et une largeur moyenne de 600 mètres[1]. Les roches qui accompagnent la houille sont formées presque exclusivement de débris de roches granitiques. Les couches du terrain se dirigent dans le sens de la vallée, du S. 20° E. au N. 20° O. Quant à leur plongement, il varie, aux extrémités du bassin, de 25 à 50° vers l'E., tandis que, vers son milieu, aux environs des villages de Bourlat et de Lacour, les couches se relèvent et plongent au S.

On connaît, dans le bassin d'Ahun, plusieurs couches de houille. La plus puissante est la couche qui occupe la partie supérieure de la formation : elle a 5 mètres d'épaisseur entre le toit et le mur; elle se réduit à 4 mètres, déduction faite des lits de schiste qui la divisent.

TERRAIN HOUILLER DE BOURGANEUF.

Ce petit bassin se montre sur la droite du Thorion. Il s'étend dans les communes de Bosmoreau, Thauron, Saint-Dizier et Bourganeuf[2]. Il est situé

[1] Le bassin d'Ahun s'étend dans les communes d'Ahun, Saint-Pardoux-les-Quarts, Saint-Martial, le Mont-Saint-Médard et la Rochette. Deux concessions, nommées, l'une Ahun-du-Nord, l'autre Ahun-du-Midi, sont instituées dans ce bassin. Elles comprennent ensemble une surface de 1,920 hectares.

[2] Trois concessions ont été formées dans le bassin de Bourganeuf : elles portent les noms de Bosmoreau, Bouzoyle et Mazuras. Elles contiennent ensemble une surface de 1,231 hectares.



dans le fond d'un vallon qu'arrosent plusieurs ruisseaux affluents du Thorion, et qui est creusé au milieu du granite. Il est allongé du N. au S. : les couches affectent une direction analogue. La partie la plus inférieure du bassin est occupée par du grès grisâtre, à grains plus ou moins fins. Cette roche est la plus abondante : on trouve cependant aussi, à Bosmoreau, du schiste houiller micacé. On exploite dans cette mine plusieurs couches, dont l'ensemble forme, dit-on, une puissance de 12 mètres : l'une d'elles, épaisse de 2 mètres, est assez pure; néanmoins elle donne une forte proportion de cendres.

La houille des environs de Bourganeuf est sèche et analogue à l'anthracite; cependant elle est de beaucoup préférable à ce combustible pour le soudage du fer.

A Domerot, sur la rive droite du Veraux, ainsi qu'à Saint-Julien-la-Genête, près Évaux, on a reconnu des indices de houille.

MINE DE HOUILLE DE LAPLEAU.

Le petit lambeau de terrain houiller de Lapleau[1], orienté presque du N. au S., n'a que 900 mètres de côté sur 400 de longueur. Il s'étend sur une partie des communes de Meimac et de Maussac.

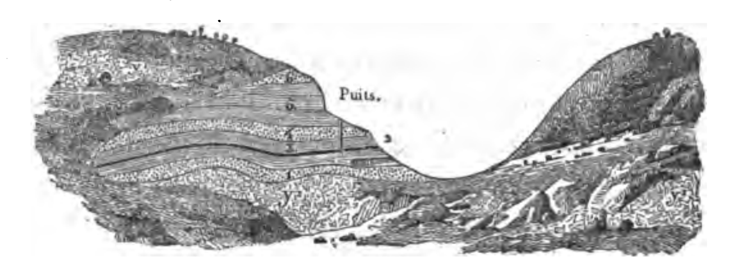
Ce terrain forme une espèce de coin dans le granite.

Il repose immédiatement sur le granite porphyroïde, et il y est même enclavé sous la forme d'un coin, ainsi que la figure ci-après le montre : de sorte que celui-ci existe, à la fois, au-dessus et au-dessous du terrain houiller. Cette disposition singulière est le résultat d'un pliement du terrain et d'une compression très-énergique; aussi les couches du terrain sont-elles très-tourmentées. Les plus inférieures sont composées d'un poudingue à galets de granite rose porphyroïde, dont les angles sont simplement arrondis, mais qui n'ont pas la forme ellipsoïdale des cailloux longtemps roulés par les eaux. La forme de ces galets, et la nature du granite qui les compose, montrent que le terrain houiller de Lapleau a été presque fait sur place. La pâte du poudingue est argilo-schisteuse, noirâtre et bitumineuse. L'argile schisteuse enveloppe ces blocs en se contournant : il en résulte que ses feuillets ne restent point parallèles aux couches du terrain, mais présentent une stratification indistincte. Le banc de poudingue a une épaisseur de 3 ou 4 mètres.

[1] Une concession qui porte le nom de *Lapleau*, et dont la surface est de 3,500 hectares, paraît contenir entièrement ce petit bassin houiller.

81.

Fig. 43.



Coupe figurative du terrain houiller de Lapleau.

y[1]. Granite porphyroïde.
1. Grès quartzeux.
2. Houille.
3. Schiste noir.
4. Grès quartzeux.
5. Schiste noirâtre et jaune.
6. Grès quartzeux.

Au-dessus de ce poudingue, alternent des argiles micacées, schisteuses, bitumineuses, noires, et des strates minces et brisés de grès houiller à grains très-fins, dur, et d'un gris foncé. Ces argiles contiennent quelques veinules de houille, des empreintes de fougères et des tiges de roseaux cannelés à l'état de grès ferrugineux. Les couches de houille sont intercalées à la partie supérieure de ce groupe schisteux, dont l'épaisseur totale est d'environ 50 mètres.

Au-dessus de la dernière couche de houille, et souvent sans aucun intervalle, on trouve des couches épaisses de grès micacé qui ne renferment plus de matières bitumineuses.

Les couches de houille exploitées sont au nombre de deux : l'inférieure, appelée *petite veine*, est épuisée depuis plus de 10 ans; elle avait environ $1^{m},30$ de puissance. Les travaux qu'on y avait faits sont comblés, et l'on ne peut connaître ni leur étendue, ni leur importance. Le massif de roches schisteuses qui sépare cette veine de la couche supérieure ou grande veine a environ 10 mètres de puissance : il s'amincit près de l'affleurement des couches.

La veine supérieure a $3^{m},30$ d'épaisseur; mais elle éprouve des étranglements fréquents qui réduisent beaucoup cette puissance, surtout dans la profondeur des travaux.

L'inclinaison des couches est moyennement de 18°. Elles plongent en

sens inverse de la pente de la colline de Lapleau, laquelle s'abaisse vers l'E. Quant à leur direction, elle varie du N. S. au N. E. S. O. Ce changement dans leur direction a lieu par l'effet des barrages de rocher ou des crains qui interrompent la couche.

Les *crains* sont composés de grès à gros grains analogues aux couches supérieures. Ils ne consistent pas en fragments brisés entassés confusément, mais en énormes blocs sans fractures, enveloppés quelquefois complétement par de la houille.

Le charbon fourni par la couche actuellement en exploitation est noir, brillant, a un éclat gras et se brise en fragments pseudo-réguliers : il est, d'ailleurs, assez dur. Lorsqu'on le brûle, il se boursoufle, colle bien et donne une chaleur très-intense. Il est rarement schisteux. Il contient fréquemment des pyrites : malgré ce défaut, les forgerons estiment beaucoup le charbon de Lapleau. Nature de la houille.

La quantité de houille livrée annuellement au commerce par ce terrain houiller est d'environ 14,000 quintaux métriques. Son prix est de 2 fr. 50 c. par quintal métrique.

TERRAIN HOUILLER DE LANGEAC (HAUTE-LOIRE).

Le terrain houiller de Langeac[1] est situé dans la petite vallée de Marsange, qui se jette dans l'Allier, un peu au-dessus de la ville qui lui donne son nom. Il est encaissé au milieu du terrain primitif. Ses couches, fortement inclinées au contact même du terrain ancien, se dirigent du N. un peu E. au S. un peu O. Dans les travaux, l'inclinaison est vers l'O.; mais il paraît, d'après les affleurements, qu'il existe dans ce bassin une double pente, ce qui indiquerait que tout le terrain a été plié dans le sens de sa longueur.

Les roches qui constituent le bassin houiller de Langeac sont de grès quartzeux assez gros, passant à un poudingue de grès schisteux micacé, de schiste luisant et de schiste bitumineux.

On connaît, à Langeac, trois couches de houille, dont deux de bonne qualité. L'épaisseur moyenne de ces deux couches est de 7 mètres.

[1] Une seule concession, sous le nom de *Marsange*, a été instituée dans ce bassin. Elle s'étend sur la rive gauche de l'Allier, dans les communes de Langeac et de Teillac, et embrasse une surface de 687 hectares.



Succession des couches.

Un puits ouvert au lieu dit les *Rochers* a donné la coupe suivante, qui fait connaître l'épaisseur et la position relative des trois couches de charbon:

1° Terre végétale, contenant des débris du terrain houiller, des galets de roches anciennes et des fragments de basalte . . . . 4^{m}, 10

2° Argile schisteuse noire, mélangée de charbon terreux et tachant les doigts . . . . 1^{m}, 40

3° Schiste houiller ordinaire, avec nodules de fer carbonaté . . . 2 , 60

4° *Première couche de houille*, mélangée de schiste et d'argile, et contenant, en outre, quelques rognons épars de fer carbonaté . . . . 1^{m},00

5° Schiste houiller et grès schisteux micacé. On trouve dans cette assise beaucoup d'empreintes végétales, principalement de fougères et de calamites : c'est également dans cette position que l'on recueille les fruits qui existent dans le schiste houiller de Langeac . . . . 2^{m}, 00

6° *Deuxième couche de houille*, appelée par les ouvriers *veine du milieu*. Elle est schisteuse, donne une houille collante et de bonne qualité. Cette couche est la plus régulière du bassin de Langeac; elle a été constamment retrouvée dans les recherches qui ont été faites, à différentes époques, sur ce terrain houiller . . . . 3^{m}, 00

7° Schiste et grès houiller schisteux, micacé, à grains fins, entièrement semblable à l'assise qui forme le toit de la veine du milieu . . . . 2^{m}, 50

8° *Troisième couche de houille*, également de bonne qualité, mais fournissant cependant un charbon plus sec que la veine du milieu. Elle est, dans quelques points, légèrement pyriteuse. Son épaisseur varie de 4 à 5 mètres : dans cette puissance, on comprend quelques veines minces de schiste bitumineux luisant, qui la divisent en plusieurs bancs et en altèrent la qualité . . . . 4^{m}, 50

9° Au mur de cette dernière couche, on a trouvé des schistes noirs bitumineux qui n'ont pas été percés.

La position des mines de Langeac, au milieu d'un pays montagneux et dont les communications sont difficiles, ne leur permettra peut-être pas de prendre de longtemps un grand développement, malgré la bonne qualité du charbon qu'elles produisent. Ces mines ont une certaine célébrité géologique par la netteté des impressions de fougères qu'on y recueille, et surtout par la présence des fruits ovoïdes qui existent, avec quelque abondance, au milieu des schistes qui accompagnent la houille.

TERRAIN HOUILLER DE BRASSAC.

Le terrain houiller constitue, dans la vallée de l'Allier, à la limite des départements de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme, un dépôt assez considérable dont la découverte remonte à plus de six cents ans. Son exploitation, d'abord peu importante, a pris un certain développement vers le commencement du XVI[e] siècle. En 1780, on y comptait plusieurs mines en exploitation. Aujourd'hui ce terrain houiller est partagé en huit concessions[1]. Sa forme générale est celle d'une ellipse allongée dans le sens de la vallée. Son sommet est placé au confluent des vallées de l'Allier et de l'Alagnon, et son petit axe, qui en forme la limite, est déterminé par une ligne joignant la ville de Lempdes à la montagne de Lugeac. L'étendue du bassin houiller de Brassac est environ de 30 kilomètres carrés. Il est encaissé dans une cavité profonde ouverte dans le gneiss, qui constitue toute la contrée. Sa surface, simplement ondulée, présente des collines qui excèdent rarement 100 mètres, tandis que le sol primitif, qui lui sert de digue, s'élève brusquement à 400 mètres, et forme, à quelque distance, des montagnes de 1,200 mètres de hauteur. Disposition du terrain.

La formation houillère de Brassac offre l'idée complète d'un bassin : ses couches suivent toutes les inflexions des roches de gneiss sur lesquelles elles s'appuient; et, sans les traces nombreuses qu'elle conserve encore de l'action ignée et des bouleversements qui en ont été la suite, on pourrait croire que les couches sédimentaires dont elles se composent ont été déposées telles que nous les observons actuellement.

La direction générale des couches[2] est du N. au S., c'est-à-dire dans le sens de l'Auvergne, et selon celui de la dépression qu'elle occupe dans le sol primaire du Vivarais. Leur inclinaison est très-variable; néanmoins, prises ensemble, on peut dire qu'à l'O. du bassin les couches plongent à l'E., et, réciproquement, que celles de cette partie du terrain houiller inclinent vers l'O. La pente moyenne des couches est de 60°; dans certains

[1] Ces huit concessions, recouvrant ensemble une surface de 3,841 hectares, sont désignées par les noms suivants : la Combelle, Charbonnier, Armois, Mégecoste, Fondary, Grosménil, la Taupe et les Barthes.

[2] Cette description est, en partie, extraite d'un travail encore inédit de M. Baudin, ingénieur des mines, intitulé : *Topographie extérieure et souterraine du bassin houiller de Brassac*, 1836.



points, elle dépasse 85°, inclinaison qui ne peut s'accorder avec la pente que peuvent avoir les couches d'un terrain composé de roches arénacées.

Porphyres intercalés dans ce terrain.

Cette circonstance n'est pas la seule qui nous démontre que le terrain houiller de Brassac a subi des révolutions depuis son dépôt. Ses couches, repliées brusquement sur elles-mêmes, présentent des étranglements fréquents et des ruptures nombreuses dans les parties fortement contournées, comme dans les mines de Fondary, de la Combelle, de Grosménil, etc. Dans d'autres points, au contraire, à la mine du Charbonnier et de la Taupe, ces contournements sont accompagnés de renflements considérables. Enfin on y observe des porphyres enclavés dans le terrain, tantôt sous forme de couches, tantôt sous celle de filons. Depuis longtemps l'un de nous[1] a décrit un de ces filons qui traverse la concession d'Armois : il a fait remarquer que ces filons, semblables aux dykes trappéens des environs de Newcastle en Angleterre, ont modifié le terrain, et que, dans les couches de houille qui sont coupées par ces porphyres, le charbon a perdu, jusqu'à une certaine distance de leur contact, le bitume et les autres matières volatiles, de sorte qu'il est passé à l'état de coke. Ces porphyres forment, en outre, une vaste couche interstratifiée dans le terrain houiller. Dans les concessions de la Combelle et du Charbonnier, on voit la masse de porphyre affleurer sur une grande surface. Elle y offre les mêmes contournements que toutes les couches, et on conçoit difficilement, au premier moment, comment elle a pu être intercalée dans le terrain. Son épaisseur s'élève quelquefois à 30 mètres, en y comprenant les roches modifiées qui se fondent, pour ainsi dire, avec elle. La figure 44, pag. 650, et les trois suivantes, pag. 651, donnent une idée de la disposition, en apparence régulière, de ces porphyres.

Ce porphyre se compose ordinairement d'une roche feldspathique compacte, d'un gris tirant tantôt sur le verdâtre, tantôt sur le jaunâtre, et empâtant des cristaux de feldspath souvent altérés. Dans certains échantillons rares de ce porphyre, on remarque des paillettes de mica verdâtre et des cristaux imparfaits de quartz.

Le terrain houiller de Brassac est composé principalement de grès. Sa puissance moyenne est de 1,200 mètres; mais, dans quelques parties du bassin, elle paraît s'étendre jusqu'à 1,800 mètres de profondeur. M. Baudin,

[1] *Considérations générales sur le plateau central de la France, etc.*, par M. Dufrénoy. (*Annales des mines*, 2e série, tom. III, pag. 331.)

dans le travail que nous avons déjà cité plus haut (note 2, pag. 647), le divise en trois assises ayant chacune 400 mètres de puissance environ.

Composition de ce terrain houiller.

L'inférieure, sur laquelle sont ouvertes principalement les mines de la Combelle, du Charbonnier et d'Armois, compte six couches de houille. L'une d'elles, la plus inférieure, a, dans quelques exploitations, une épaisseur qui s'élève jusqu'à 22 mètres. L'épaisseur moyenne de la houille de cette partie inférieure du terrain de Brassac est évaluée par cet ingénieur à $4^m,50$.

L'assise moyenne qui se trouve principalement dans les concessions de Grosménil, de Fondary et de la Taupe, comprend deux couches de houille. L'une d'elles, exploitée à Grosménil, a présenté un renflement de 16 mètres; mais la puissance moyenne de la partie productive de cette seconde assise est d'environ 7 mètres.

Les mines de Mégecoste et des Barthes sont ouvertes sur l'assise supérieure. Onze couches de houille les alimentent. Aucune n'offre de renflements aussi remarquables que ceux que nous venons de signaler dans les mines de Grosménil et du Charbonnier. L'épaisseur moyenne de ces couches, prises ensemble, est de $5^m,50$.

Prolongation probable du terrain houiller sous le terrain tertiaire.

La surface que nous avons assignée au terrain houiller de Brassac est celle où ce terrain se montre au jour, ou qui a été reconnue par des travaux de recherche exécutés dans l'intérieur des concessions dont nous avons parlé. D'après l'allure des couches, il est probable que le terrain houiller se prolonge sous le terrain tertiaire, lequel s'appuie sur la ligne que nous avons désignée plus haut comme formant le petit axe de la demi-ellipse qui constitue le bassin houiller de Brassac. La présence des petits lambeaux houillers de Lamothe et de Javaugès, près Brioude, semble confirmer cette hypothèse, en rapport avec la forme générale de la falaise bordant le petit lac tertiaire qui remplit la dépression ouverte dans le gneiss.

M. Baudin dit, à cette occasion, que « le sol houiller jusqu'ici exploré n'est « qu'une portion, et même la plus petite portion, du dépôt houiller de Bras- « sac, lequel occuperait, dans toute son étendue, le fond de la dépression « primaire dont le pourtour se dessine si nettement d'Auzat-sur-Allier à « Vieille-Brioude, ses points extrêmes N. et S.

« Le centre du bassin, c'est-à-dire le point vers lequel doivent conver- « ger toutes les pentes, serait, d'ailleurs, en dehors de la partie du dépôt

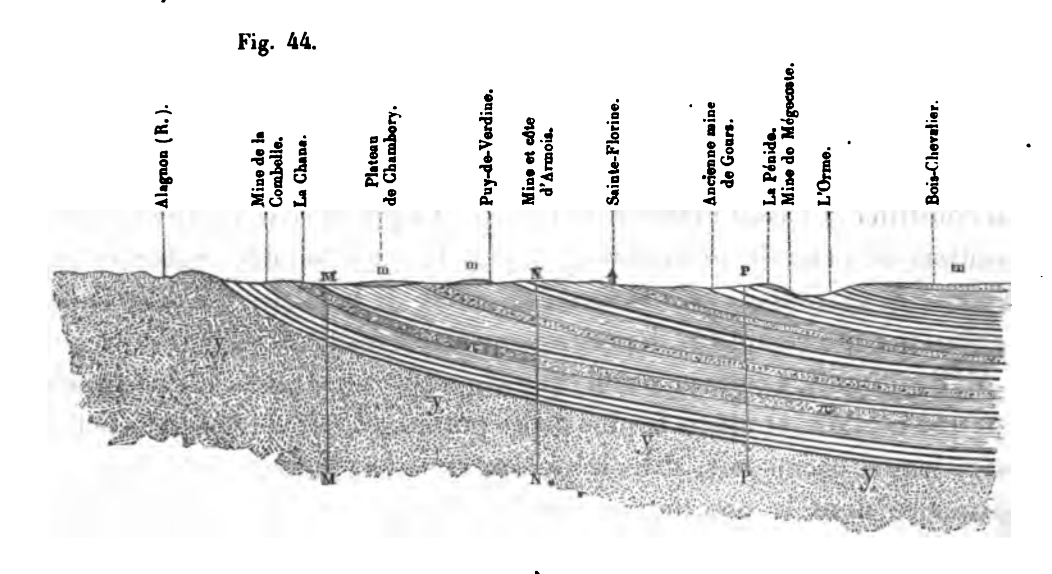
« mise à jour par l'action dénudante des rivières d'Allier et d'Alagnon, et « devrait être reporté vers Vergonghon, ou peut-être même vers quelque « point plus méridional encore. »

Nature de la houille de Brassac.

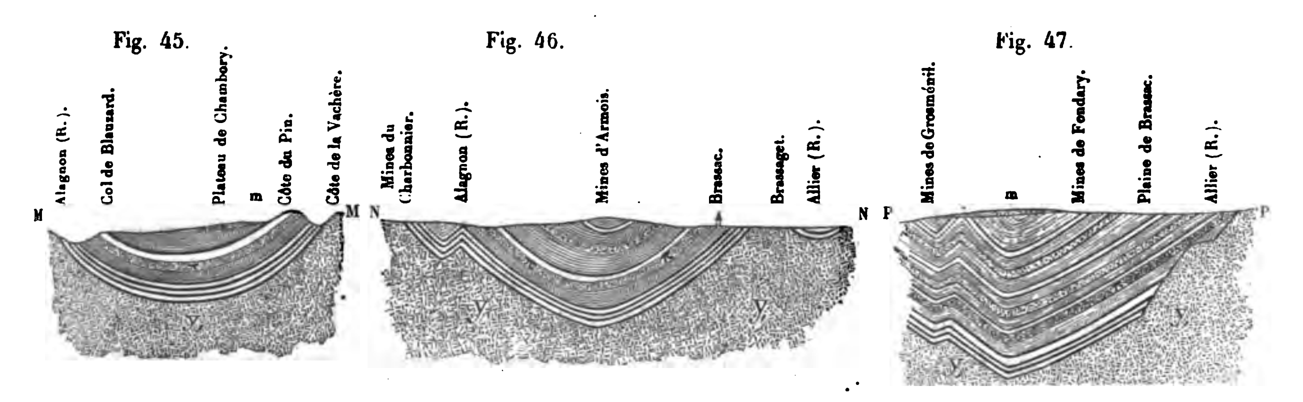
Les houilles de Brassac sont classées dans les houilles légères, friables et médiocrement grasses. Cependant ce bassin en renferme de première qualité : tels sont les charbons de Mégecoste et des Barthes. Les mines du Charbonnier fournissent une houille légère, à cassure brillante, parfois conchoïdale, qui constitue un véritable anthracite, et dont le seul emploi est la cuisson de la chaux. Il est remarquable que la qualité de ces différents charbons correspond à leur position dans le bassin : ainsi les charbons anthraciteux appartiennent à l'assise inférieure du terrain, tandis que la houille grasse est exploitée dans les mines ouvertes sur l'assise supérieure.

Pour donner une idée plus complète du bassin de Brassac, nous empruntons les coupes suivantes au Mémoire de M. Baudin que nous avons cité. Elles font connaître les différentes couches de houille exploitées dans les principales mines de ce bassin, les relations qu'elles présentent entre elles, enfin la position régulière du porphyre, qui suit toutes les inflexions des couches du terrain houiller et semble leur être contemporain. Nous rappellerons que le porphyre y existe cependant en filons.

Fig. 44.



Coupe longitudinale du terrain houiller de Brassac, passant par les mines de la Combelle et de Mégecoste.



Coupes transversales du terrain houiller de Brassac, faites suivant les lignes MM, NN *et* PP *de la coupe longitudinale.*

La coupe MM passe par les côtes de Blauzard et du Pin.
——— NN, par les mines du Charbonnier et d'Armois.
——— PP, par les mines de Grosménil et de Fondary.

y. Gneiss formant les parois du bassin houiller.
*. Porphyre intercalé dans le terrain.
m. Terrain tertiaire formant des plaques plus ou moins étendues sur le terrain houiller, et le recouvrant à peine.

BASSIN HOUILLER DE BERT ET DE MONTCOMBROUX [1].

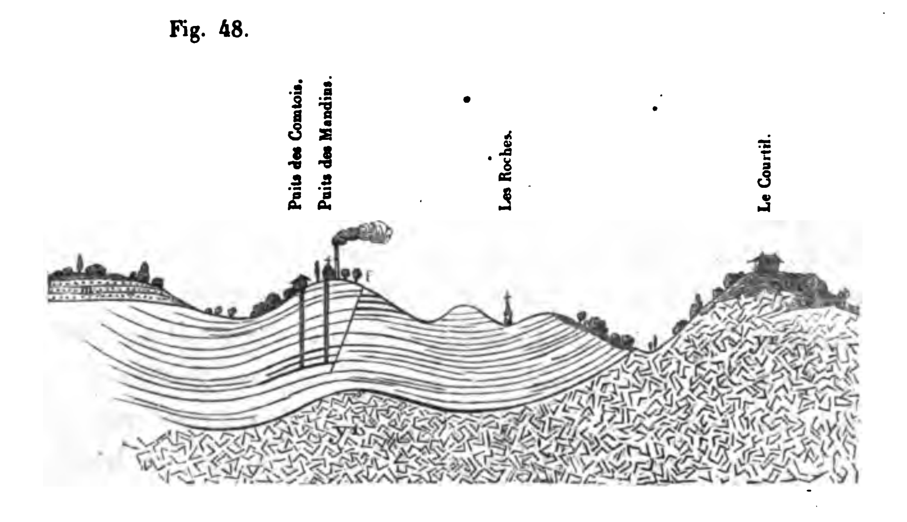
Le terrain houiller forme, aux environs de Bert, au N. de la Palisse, et presque à égale distance de l'Allier et de la Loire, une petite plaque allongée de l'E. N. E. à l'O. S. O. Au S., il s'appuie sur le granite, et sa limite de ce côté est bien nette; mais, sur le reste de son pourtour, il est recouvert, presque partout, par du terrain tertiaire, de sorte qu'il serait possible que ce bassin fût beaucoup plus grand que nous ne l'avons indiqué sur la carte géologique. Des travaux souterrains peuvent seuls décider cette question importante pour l'industrie. On connaît trois couches de houille. Une seule, dont la puissance varie généralement entre 3 et 4 mètres, mais qui a atteint jusqu'à 8 mètres d'épaisseur, a jusqu'ici été l'objet d'une exploitation peu active. L'épaisseur de cette couche est divisée en trois veines distinctes par des bancs peu épais de grès et de schiste. La houille que fournit cette couche a un aspect rubané, résultant de l'alternance de filets de houille

[1] Deux concessions, sous les noms de Bert et de Montcombroux, ont été instituées dans ce bassin. Elles occupent ensemble une surface de 1,712 hectares.

pure avec de la houille plus terreuse et d'un aspect terne. Le charbon qu'elle produit est d'une qualité médiocre; cependant on tire de ces mines une certaine quantité de houille maréchale. La direction générale des couches de Bert est à peu près la même que celle de l'allongement de ce bassin. Leur plongement est généralement vers le N. O.; néanmoins, dans les détails, on trouve de grandes anomalies. Ainsi, au lieu nommé *Terriers*, point culminant de tout le bassin, les couches divergent dans différents sens. Le même désordre existe également dans les puits d'extraction de la mine de Bert. Cette divergence des couches du terrain houiller de Bert tient à ce qu'il a été traversé par des pitons granitiques, dont on voit un exemple à la montagne du Puy-Saint-Léon. Les couches du terrain houiller affectent une courbure analogue à la forme des collines granitiques sur lesquelles elles s'appuient, de sorte qu'une coupe du N. N. O. au S. S. E., et, par conséquent, perpendiculaire à la direction générale du bassin, montre la disposition suivante des couches.

Nature de la houille.

Fig. 48.



Disposition générale du terrain houiller de Bert.

y¹. Granite.
m. Terrain tertiaire.
f. Faille rejetant toutes les couches.

Les travaux de la mine de Bert ont fait découvrir une faille qui a rejeté les couches d'une manière notable. Au contact du terrain houiller et du

granite, il existe un poudingue contenant des galets de granite, analogue à celui qui forme les montagnes anciennes environnantes. On n'y trouve pas de fragments de porphyre quartzifère, roche si abondante dans ces montagnes, notamment près de la Palisse.

BASSIN HOUILLER DE LA CHAPELLE-SOUS-DUN.

Le terrain houiller de la Chapelle-sous-Dun est situé sur le revers occidental des montagnes anciennes qui séparent la vallée de la Saône de celle du Rhône, un peu au-dessus de Roanne; il s'appuie immédiatement sur les granites et les porphyres de la Clayette, et il est recouvert par les grès du lias, qui sont fort développés dans cette localité. Ce recouvrement apporte de l'incertitude sur les limites de ce bassin houiller[1]. Celles à l'E. et au N., marquées par la ligne de contact du granite, sont parfaitement connues; mais il n'en est pas de même à l'O. Quelques travaux ont montré que ce gîte houiller se prolongeait sous le lias; et aucun n'a atteint son extrémité occidentale.

Le système des couches de houille exploitées dans ces deux concessions est le même : il se compose de quatre couches séparées par des schistes, et comprenant ensemble une épaisseur de 50 mètres environ. La puissance des couches de houille est de $2^m,50$, $0^m,80$, $1^m,60$ et $3^m,50$: la première et la dernière sont seules susceptibles d'exploitation. Les travaux ont lieu principalement sur la quatrième.

L'exploitation actuelle des mines de la Chapelle-sous-Dun est limitée par deux failles situées, l'une au S., et l'autre au N. Elles comprennent une étendue de 300 à 320 mètres. La faille du N., qui est à peu près verticale, coupe les couches sous l'angle de 48 degrés. On n'a pas encore retrouvé le prolongement des couches de houille au delà de cette faille.

BASSIN HOUILLER DE SAÔNE-ET-LOIRE.

Ce terrain houiller forme une bande allongée du N. E. au S. O., qui longe le canal du Centre, sur une longueur de 30 kilomètres. La distance de Gueugnon à Saint-Bérain, ses deux points extrêmes de l'O. à l'E., est *Forme de ce bassin.*

[1] Deux concessions, sous les noms de la Chapelle-sous-Dun et des Moquets, ont été instituées dans ce bassin. Elles embrassent une surface de 885 hectares.

environ de 54 kilomètres, et sa plus grande largeur, entre Mont-Maillot et les affleurements de l'Arroux, est de 15 kilomètres. Le bassin houiller de Saône-et-Loire est limité, sur presque tout son pourtour, par le granite. Cependant, à l'E., il est recouvert par les formations secondaires, et, au N. O., il est caché par le grès des marnes irisées. On voit, en outre, plusieurs plaques de cette dernière formation sur différents points de la surface du territoire houiller. Il résulte de cette circonstance que ce terrain houiller, quoique situé dans une baie profonde environnée par le granite, appartient néanmoins au groupe des dépôts houillers placés sur la lisière des roches anciennes.

Le granite, sur lequel il s'appuie, est d'un gris clair. Il est formé, presqu'en totalité, de cristaux de feldspath blanc, associé avec une petite quantité de mica noir et de quartz gris. Il est traversé dans tous les sens par des filons de granite rose, riche en cristaux de quartz et de mica. Les poudingues du terrain houiller, principalement granitiques, ne contiennent que des galets de granite gris; on n'y trouve aucun fragment de granite à base de feldspath rose. Les âges de l'apparition au jour de ces deux granites sont, par conséquent, fort éloignés l'un de l'autre, puisque le premier formait le rivage sur lequel le terrain houiller s'est déposé, et que le granite rose a paru à la surface postérieurement à ce dépôt.

Son étendue. Le bassin houiller de Saône-et-Loire[1] s'étend sous partie des arrondissements d'Autun, de Châlons et de Charolles. Ses limites, parfaitement définies au N. et à l'O. par la ligne de contact du granite et des grès houillers, sont encore inconnues à l'E. et au S., où il s'enfonce sous les calcaires du lias. Des terrains très-modernes, produits par la destruction du grès houiller et du grès des marnes irisées, en recouvrent la surface en plusieurs points. Néanmoins il affleure dans presque toute la partie orientale, dans les vallées de la Dheune et de la Bourbince; mais, au centre, il est surmonté par plus de 150 mètres de grès appartenant au terrain des marnes irisées. Le canal du Centre, qui le traverse dans toute sa longueur, donne une valeur très-grande aux divers gîtes qu'il renferme.

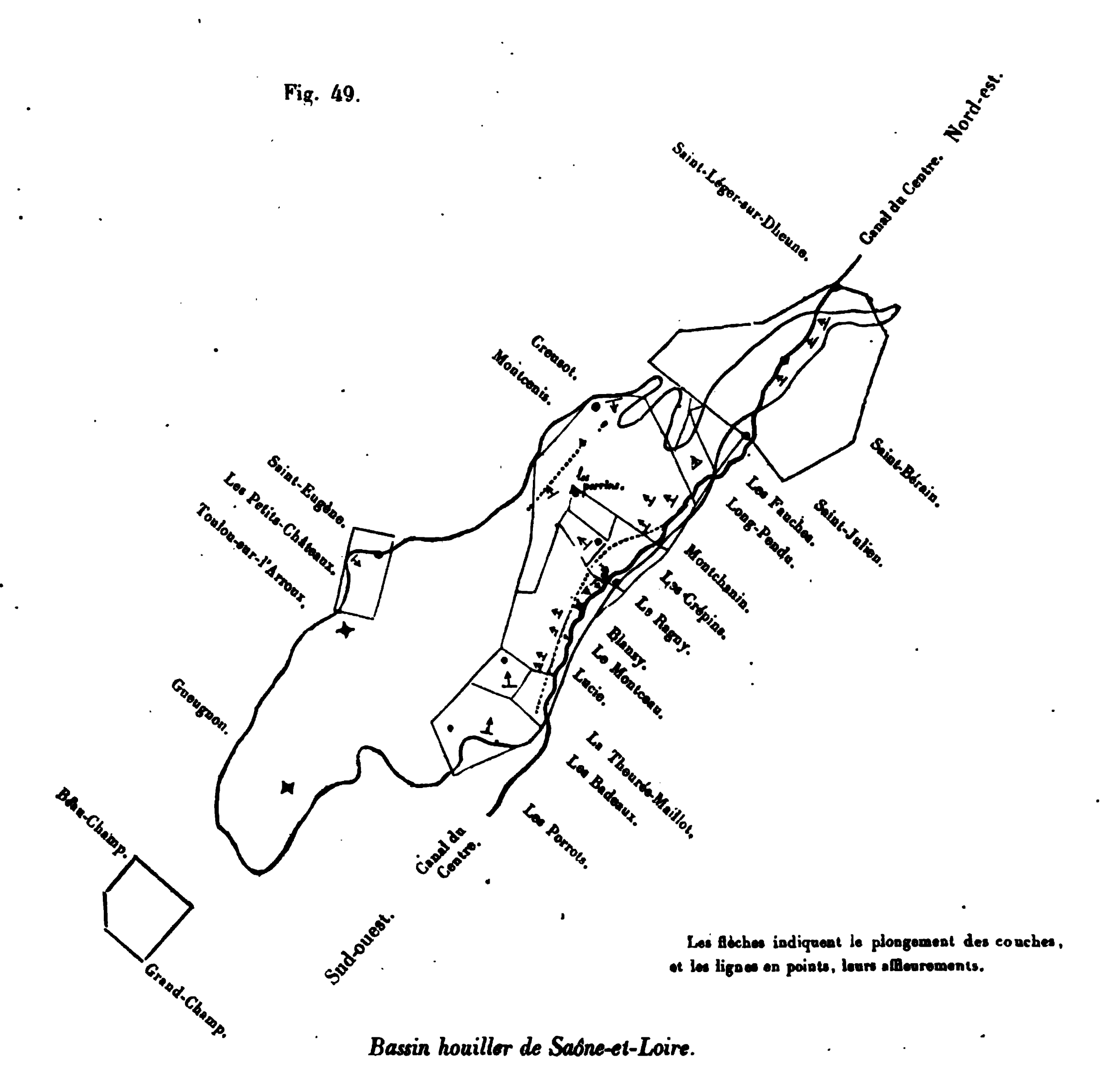
[1] Treize concessions y ont été instituées, savoir : le Creusot, Saint-Bérain, les Fauches, Long-Pendu, Montchanin, les Crépins, le Ragny, Blanzy, la Theurée-Maillot, les Badeaux, les Porrots, Grand-Champ et les Petits-Châteaux. La surface totale de ces différentes concessions est de 31,970 hectares.

Richesse de ce bassin.

Les différentes exploitations sont placées sur la circonférence extérieure du bassin; elles y forment, pour ainsi dire, une ceinture, disposition qui tient à ce qu'elles ont été toutes ouvertes sur des affleurements. Dans les cas rares où l'on s'est avancé vers le centre du terrain houiller, sous le grès des marnes irisées, on a poussé les travaux seulement à quelques centaines de mètres des affleurements, de telle sorte que les puits qui sont dans cette position ne traversent environ qu'une épaisseur de 30 mètres du grès des marnes irisées. Les exploitations établies sur la ligne des affleurements de la vallée qui suit le canal sont les plus étendues; elles ont révélé, en certains points, des richesses immenses. Le trait le plus caractéristique de l'allure du terrain est que tous les affleurements situés au N. O. du bassin de Saône-et-Loire ont un pendage très-prononcé vers le S., tandis que les affleurements S. E. qui se montrent dans la vallée du canal ont presque tous leur pendage au N. On en avait d'abord conclu que la ligne des affleurements S. E. était la limite du bassin; mais le développement des travaux a constaté que ces mêmes couches, suivant une ligne encore plus en arrière vers le S. E., reprenaient un pendage vers le N. : il en résulte que le terrain houiller continue sous le lias, on ne sait encore jusqu'à quelle distance. Ce fait a été confirmé dernièrement par le forage d'un puits ouvert au S. E. de la crête qui sépare le versant autunois du versant châlonnais, lequel a rencontré le terrain houiller au-dessous du lias, sur la route de Bourgneuf, et, par conséquent, au-dessous du terrain de marnes irisées qui renferme les gypses de Saint-Léger. Ainsi donc, de ce côté, le terrain houiller du bassin de Saône-et-Loire se prolonge peut-être bien au delà des limites des concessions S. E.

Nous allons indiquer la disposition des couches de houille que les exploitations nous ont révélée. Pour la faire comprendre, il est nécessaire de décrire sommairement celles qui forment la base de chaque concession : le dessin ci-après (fig. 49, pag. 656), sur lequel sont marquées les principales mines, nous permettra de le faire en peu de mots. Les flèches que nous y avons mises montrent le plongement des couches et la manière dont le terrain est plié.

Fig. 49.



Bassin houiller de Saône-et-Loire.

Nombre et disposition des couches.

Les couches exploitées dans la plupart des mines sont au nombre de trois. Elles peuvent être considérées comme formant une seule assise de charbon, séparées par des bancs d'argile et de grès, désignés sous le nom de *barres*. Nous indiquerons ces différentes concessions en suivant la circonférence du bassin. Nous commencerons par celles situées à l'extrémité N. E.

Concession de Saint-Bérain.

Les mines de Saint-Bérain et de Saint-Léger, les premières au N. E., occupent une surface de 120 kilomètres carrés. Les travaux ont constaté l'existence de trois couches superposées, et séparées les unes des autres

par des épaisseurs de 10 à 30 mètres de schistes. Le pendage des couches est vers le N. Il est très-variable, le terrain se trouvant plus fortement accidenté sur les collines où sont établies les exploitations de Saint-Bérain et de Saint-Léger que partout ailleurs : ainsi, des couches qui inclinent de 15 à 20°, tantôt deviennent presque horizontales, tantôt plongent suivant des inclinaisons de 60 et 70°.

La première couche reconnue à Saint-Bérain a $0^{m},80$ à 1^{m} de puissance ordinaire. Elle a été peu suivie, et les travaux de cette mine se sont concentrés principalement sur la couche intermédiaire, dont la puissance est de 3^{m}. Enfin la troisième couche, moins connue encore que la première, paraît avoir moyennement 1 mètre d'épaisseur.

Les charbons de cette partie du terrain sont maigres, et d'un triage difficile à cause des *barres* (lits d'argile) qui interrompent souvent la continuité du charbon. Néanmoins les puits Jumeaux et Saint-Charles fournissent un charbon de bonne qualité et pouvant même servir à la fabrication du coke.

Concessions des Fauches et de Long-Pendu.

Dans les concessions des Fauches et de Long-Pendu, comprenant, la première $5^{kil}\,75^{c}$, la seconde $7^{kil}\,10^{c}$, deux couches ont été reconnues. La couche principale a $1^{m},50$ à 2^{m} de puissance. On ne sait pas à quelles couches de Saint-Bérain elles correspondent. Le pendage est toujours vers le N.

Concession de Montchanin.

A Montchanin, le terrain prend un caractère tout nouveau. Les trois couches, probablement réunies en une seule, présentent un renflement énorme dont la puissance ordinaire, qui est de 30 à 40^{m}, a été jusqu'à 70^{m} mesurés du toit au mur perpendiculairement à la direction des couches. Cette richesse immense paraît être due à un renflement du système des trois couches. Nous présumons qu'il est suivi d'un crain proportionné, car des recherches faites en direction n'ont pas rencontré la houille. Le bouleversement des couches, les brouillages et surtout la nature du charbon, brisé et friable comme dans tous les terrains très-tourmentés, indiquent encore que cette puissance excessive est produite par quelques mouvements particuliers du terrain. Du reste, le pendage de ce terrain est toujours vers le N., et à $11,000^{m}$ seulement du pendage vers le midi de la couche du Creusot. La continuité du terrain, sinon celle de la houille, est donc parfaitement démontrée malgré les marnes irisées interposées. La qualité de la houille, à Montchanin, est bonne, et propre au coke.

Concessions de Ragny et des Crépins.

Le Ragny, concession de 6^kil carrés, succède à Montchanin, et la houille y reprend les allures qu'elle avait dans les autres concessions. Ainsi la couche exploitée, qui a seulement 2^m de puissance, incline de 15 à 20°; mais l'inclinaison est ici au S., et le versant N. de cette même couche est exploité dans la concession des Crépins, dont la surface est de 4^kil 65^c.

Concession de Blanzy.

Dans la vaste concession de Blanzy, comprenant les mines de *Blanzy*, des *Communautés*, des *Estivaux*, du *Montceau* et de *Lucie*, on distingue six couches principales de houille : ce sont celles des *Communautés*, de *Loucke*, de la *Charbonnière*, de *Pelouze*, de la *Vieille-Pompe* et de *Lucie*. Ces six couches n'ont pas été reconnues dans le même puits, de sorte que rien ne prouve qu'elles soient toutes distinctes. Nous pensons, au contraire, qu'elles ont été séparées à tort par des noms différents, et qu'en réalité elles n'en constituent qu'une seule; ou, pour mieux dire, on exploite, dans la plupart des mines de Blanzy, une assise de charbon divisée en trois veines par des bancs d'argile. Effectivement ces bancs, désignés par les mineurs du pays sous le nom de *barres*, n'ont pas une épaisseur constante, comme cela a lieu pour les couches, et, suivant leur plus ou moins grande puissance, le massif de houille augmente d'épaisseur et atteint, dans plusieurs circonstances, 20 et même 25 mètres.

Assise de charbon, composée de trois veines.

Dans la partie qui avoisine Blanzy jusqu'aux Estivaux, les trois couches de houille qui forment la richesse du terrain ne présentent rien de particulier, si ce n'est que le pendage est S., et que, par conséquent, le terrain houiller va s'enfoncer sous le lias. Mais, au Montceau et à Lucie, l'allure du terrain reprend, avec son pendage N., une épaisseur considérable : 12 et même 15 mètres de puissance de houille sont reconnus suivant des lignes de plus de 2,000^m en tout sens, et cette puissance paraît normale dans ces localités, puisqu'elle est peu troublée. Les failles nombreuses qui hachent le terrain modifient bien les inclinaisons, mais non la richesse. Cette richesse est immense, car elle peut être supposée la même sur la moitié de la concession de Blanzy, qui est de 41^kil 78^c.

L'assise de charbon composée des trois veines séparées par des barres ou lits d'argile est, jusqu'à présent, la seule connue dans les mines de Blanzy. Il est vrai que l'épaisseur explorée du terrain houiller est probablement peu de chose comparativement à son épaisseur totale. Les inclinaisons très-prononcées des couches, et l'éloignement de toute crête granitique, con-

duisent à adopter cette opinion. Les travaux actuels, dont la profondeur est seulement de 155 mètres, étant insuffisants pour la vérifier, M. Chagot, un des propriétaires de Blanzy, se propose de foncer un puits afin de résoudre cette question, si importante pour l'avenir de ces mines.

Dans les travaux du puits de la Carrière, cette couche est presque horizontale; elle y affecte, en outre, une régularité et une puissance vraiment remarquables. Un burck creusé à l'O., pour étudier cette couche sur son inclinaison, accusé 20 mètres de charbon; celui fait au N., dans le but d'ouvrir une communication entre le puits de la Carrière et le puits de Saint-Pierre, a traversé 25 mètres de charbon. Dans ces épaisseurs sont comprises des barres en grès schisteux, qui établissent dans cette grande couche une espèce de division. Ces barres la font regarder, en certains cas, comme composée de plusieurs couches réunies. Toutefois elles n'ont que quelques pouces d'épaisseur, et ne se continuent pas avec suite et régularité sur une grande étendue. Souvent une barre perd de son épaisseur et cesse tout à fait, et une autre barre prend naissance un peu plus loin. Quelquefois, enfin, il en existe plusieurs ensemble, surtout aux approches du mur: alors le charbon est impur et difficile à exploiter.

Dans les puits de la Vieille-Pompe et de Pelouze, on a constaté l'existence de barres qui, n'ayant d'abord que quelques pouces d'épaisseur, se sont renflées au point de présenter une puissance de plusieurs mètres à la section horizontale.

Des barres interposées dans la couche de houille.

Dans la mine de Lucie, la régularité des barres est aussi parfaite que celle de la couche. Elles sont au nombre de deux: la première, appelée grosse barre, puissante de $0^m,30$ au plus, est distante du toit de 4^m, et lui est parallèle; la deuxième, puissante de $0,^m05$ seulement, est éloignée de la première de $1^m,60$, et est à $5^m,50$ du toit et à $6^m,50$ environ du mur. Le rocher qui les compose est un grès blanc schisteux à grains fins et cassant.

La couche de houille comprise entre la grosse barre et le toit est appelée *première couche* ou *couche du toit;* celle qui sépare les deux barres est désignée par le nom de *petite couche;* enfin celle qui recouvre le mur et est recouverte par la petite barre est la *grande couche* ou *couche du mur.*

Ces divisions, bien tranchées à Lucie, le sont moins à la Carrière; cependant l'analogie a fait admettre les mêmes dénominations, et l'on appelle toujours *couche du toit,* ou *première couche,* la portion de veine comprise

entre le toit et la première barre, et *grande couche* ou *couche du mur,* celle qui s'appuie sur le mur et a la barre pour toit.

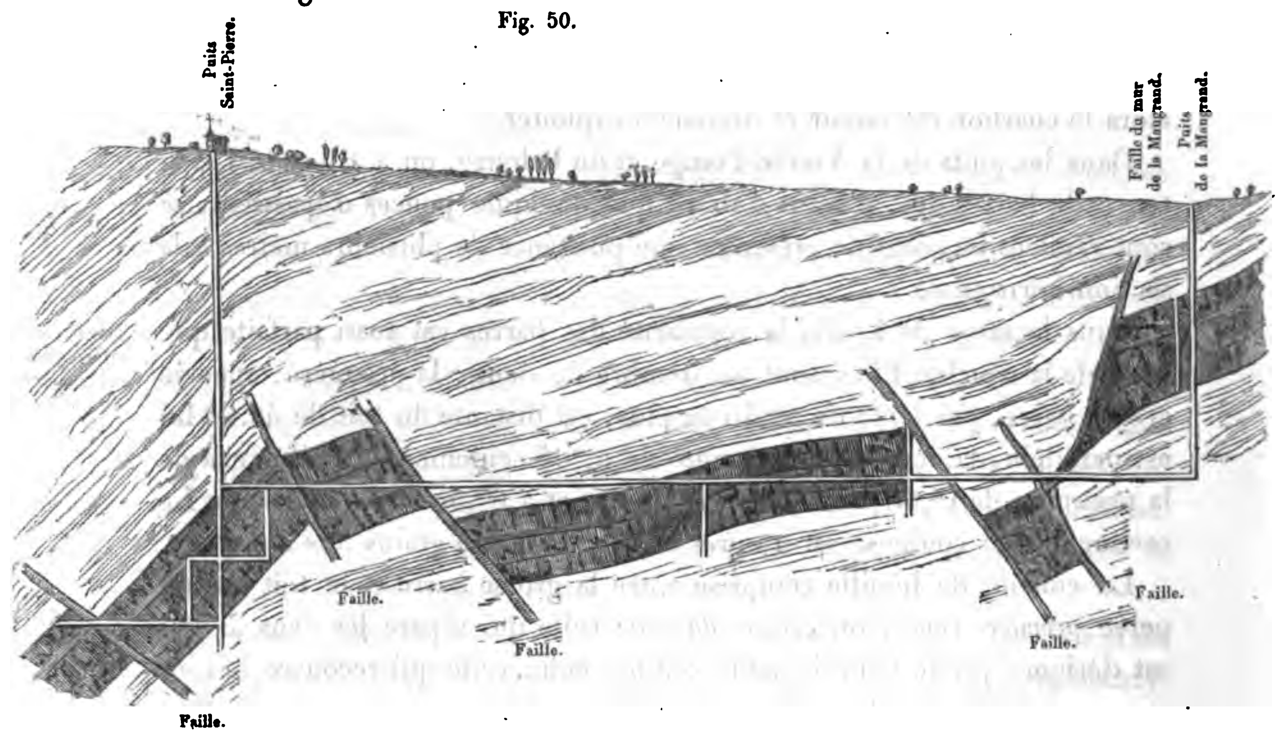
La petite couche est souvent divisée en plusieurs lits par plusieurs barres : elle est alors d'une exploitation désavantageuse.

Failles de la mine du Montceau.

La grande couche exploitée dans les mines de Blanzy est traversée par des failles nombreuses. La figure suivante, qui représente une coupe des principaux travaux exécutés entre le puits Saint-Pierre et le puits de la Maugrand, dans la mine du Montceau, en offre un exemple remarquable : on y voit six failles successives qui, toutes, ont rejeté la couche de houille à des distances plus ou moins grandes. La faille de la Maugrand est, en outre, accompagnée d'un rétrécissement qui diminue beaucoup l'épaisseur de la couche de houille. Cette couche a, pour ainsi dire, été étirée.

Elle est séparée en trois veines par deux bancs de schiste qui sont assez réguliers, sauf un rétrécissement considérable qu'elle présente à la faille de la Maugrand.

Fig. 50.



Coupe de la couche de houille du Montceau, suivant une ligne parallèle à la direction de son inclinaison.

Les charbons de la concession de Blanzy sont d'un excellent usage pour la grille; ils alimentent avec les houilles de Montchanin les marchés de la Saône, de Mulhouse, de Nevers, d'Orléans, de Nantes et de Paris. Cette houille diffère, du reste, complétement de celle du Creusot. Cette dernière est collante et donne un coke de bonne qualité, tandis que les houilles de Blanzy sont maigres et flambantes.

Après les houillères de Lucie, et toujours en suivant la vallée du canal du Centre, sont les concessions réunies de la Theurée-Maillot ou Mont-Maillot, des Badeaux et des Porrots, présentant ensemble une superficie de 30 kilomètres carrés, et dans lesquelles on a retrouvé les trois couches qui caractérisent cette partie du bassin. A la Theurée-Maillot, les trois couches ont $1^m,50$, 2^m, et $1,^m60$ de puissance; elles sont bien réglées. Leur pendage est de 15 à 20 degrés vers le N. O. Les deux premières sont séparées par 25^m de schiste; la dernière, par une épaisseur de 30^m de cette roche. Concessions de la Theurée-Maillot, des Badeaux et des Porrots.

Dans cette partie du bassin, les inclinaisons N. O. indiquent le contournement que forme la limite méridionale pour rejoindre ensuite la ligne des affleurements occidentaux. Dans les concessions des Petits-Châteaux et de l'Arroux, le terrain est peu connu. Situées à une certaine distance du canal du Centre, il est peu probable que leurs exploitations se développent d'ici à longtemps: il faudrait d'abord que les ressources inépuisables de Blanzy, de Montchanin et de Mont-Maillot, fussent sensiblement diminuées, et, dans ce moment, les demandes imposent seules des limites à ces exploitations. Peut-être les lignes d'affleurements occidentales seront-elles utilisées par des créations d'usines métallurgiques comme elles le sont au Creusot, leur point le plus important aujourd'hui. Concession des Petits-Châteaux.

Dans cette dernière concession, le terrain houiller plonge vers le S. et semble aller rejoindre, sous les marnes irisées, les terrains de Montchanin et de Saint-Bérain. La couche de houille a une puissance moyenne de 10 à 12 mètres. On lui attribue, en général, une épaisseur beaucoup plus considérable; mais c'est une erreur qui résulte de sa position presque verticale. Cette couche s'étrangle quelquefois jusqu'à se réduire à 2 mètres de charbon, et d'autres fois elle se renfle et atteint 15 et 20 mètres de puissance. L'inclinaison moyenne est de 70°: elle diminue dans certains cas, et la couche s'approche de l'horizontalité; dans d'autres, elle est verticale. En ce point, comme sur l'autre lisière, la houille est accompagnée de bancs Concession du Creusot.



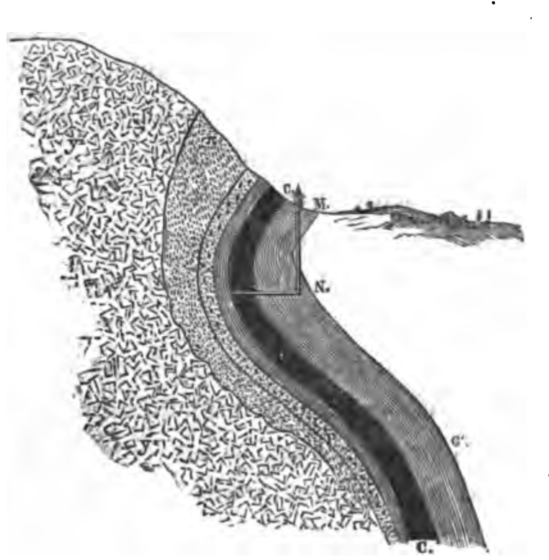
qui se renflent et s'étranglent, et qui varient ainsi la richesse et l'aspect de la couche. Les schistes houillers sont, dans cette partie, plus durs, plus noirs, et présentent moins d'empreintes. Les grès sont plus grossiers et plus charbonneux. La concession du Creusot contient 62 kilomètres carrés de surface. La houille y est connue presque partout par des affleurements; mais la couche du Creusot proprement dite n'a encore été suivie par les exploitations que sur une longueur de 1,800 mètres. Les travaux ont atteint 200 mètres de profondeur.

Direction des couches.

La direction des couches du terrain houiller du Creusot est, comme dans toutes les autres mines de ce bassin du N. E. au S. O., selon le sens de son allongement. A la surface, elles inclinent vers le N., et semblent s'enfoncer sous le granite. Mais, quand on suit l'inclinaison des couches dans tous les travaux, on remarque bientôt que ce plongement des couches sous le granite est dû à leur contournement autour des parois du vase granitique dans lequel le terrain houiller est encaissé.

Fig. 51.

Nord. Sud.



Dessin figuratif de la disposition de la couche de houille du Creusot au puits Manby.

y[1]. Granite.
π. Roche verte porphyrique.
P. Poudingue et grès houiller.
C C. Grande couche de houille.
M N. Puits Manby.

La houille semble s'enfoncer sous le granite.

La figure ci-dessus, qui représente une coupe du terrain houiller du Creusot, passant par le puits Manby, met cette disposition en évidence. Le puits MN, placé à une petite distance de l'affleurement de la couche de houille CC, s'en éloigne jusqu'à une certaine profondeur, et une galerie transversale ouverte à 40 mètres du jour n'est arrivée à la couche de houille

qu'après avoir recoupé les couches de schiste qui la recouvrent sur une épaisseur de 99 mètres. Mais, à la hauteur C', l'inclinaison de la couche de houille est vers le S.; et ce changement dans son allure est en rapport avec la forme du massif granitique qui la supporte.

Dans la mine du Creusot, le terrain houiller ne repose pas toujours immédiatement sur le granite. La montagne qui existe au N., et sur laquelle on voit surgir les affleurements du terrain houiller, est composée, presque en totalité, par une roche verdâtre, à cassure esquilleuse, dont la stratification est indistincte. La nature de cette roche est difficile à déterminer : dans quelques points, elle affecte les caractères d'un grès à grains fins, très-dur; souvent elle a l'apparence d'un pétrosilex. Il est probable que cette roche a éprouvé une grande altération, et que ses caractères naturels sont voilés.

Au-dessus de cette roche, on observe un poudingue contenant beaucoup de galets de quartz blanc laiteux et de granite gris. Ce poudingue est recouvert par un grès gris blanchâtre à petits grains, dans lequel il n'existe plus de galets de granite; mais il renferme une grande quantité de feldspath altéré. Plus loin, on remarque un grès à grains fins, tacheté de noir et déjà assez bitumineux. Au-dessus de cette couche, commence la série schisteuse où se trouve le charbon.

La première couche de houille que l'on rencontre est celle dite *du mur*. Elle est séparée de la couche principale, appelée *grande couche*, par des bancs de schiste bitumineux et de grès schisteux noirâtre ayant $3^{m},20$ de puissance. Le grès, facile à désagréger, présente beaucoup de grains de quartz et de parties feldspathiques.

La grande couche possède, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, une épaisseur moyenne de 10 mètres; elle offre une suite d'étranglements du toit vers le mur, qui lui donnent la forme d'une série de lentilles juxtaposées. Dans la partie actuellement reconnue, qui s'étend sur environ 1,800 mètres de longueur, on a observé sept de ces étranglements. Du reste, la couche conserve sa régularité, et il suffit de suivre sa direction pour la retrouver bientôt avec son allure et sa puissance primitives.

Petites couches de houille accompagnant la grande.

La grande couche, la même qu'on voit dans toutes les concessions et qui se divise presque toujours en trois veines, est accompagnée, au Creusot, dans tout le champ d'exploitation connu, de deux petites couches placées



au toit et au mur, dont l'épaisseur ne dépasse jamais 2 ou 3 mètres. Dans plusieurs parties de la mine, notamment au puits de Louche, on exploite la couche du mur, généralement plus régulière que celle du toit. Elle est séparée de la couche principale par des bancs de schiste bitumineux et de grès schisteux noirâtre, dont l'épaisseur est moyennement de 2 ou 3 mètres.

La grande couche, presque verticale dans sa partie supérieure, plonge, au N., sous un angle de 85°, jusqu'à la profondeur de 80 mètres. Elle commence alors à s'incliner vers le midi, et son inclinaison s'éloigne d'autant plus de la verticale qu'on s'enfonce davantage dans les travaux. Nous avons déjà indiqué que la disposition de cette couche était en relation avec le relief de la surface granitique à laquelle le terrain houiller est adossé. Elle a été reconnue sur une profondeur d'environ 200 mètres, mais uniquement sur les 3/4 de sa longueur, jusqu'aux limites E. du terrain. A l'O., elle a été explorée sur 120 à 130 mètres de profondeur seulement. A l'E., la couche se termine par un étranglement. Les travaux de recherche ont dépassé de plus de 80 mètres le puits Manby, situé à l'extrémité E. de l'exploitation. A cette distance, la couche n'avait plus que 3 mètres de puissance, et s'amincissait graduellement. Au point où l'on s'est décidé à abandonner ces recherches, on était obligé d'entailler le rocher pour percer la galerie.

Le toit de la couche est de schiste bleuâtre, qui devient bitumineux au contact de la houille. Le mur est formé par un grès noirâtre, facile à désagréger, contenant beaucoup de grains de quartz et de parties feldspathiques. Il est ordinairement séparé du charbon par quelques feuillets de schiste bitumineux, dont l'épaisseur ne dépasse pas 2 mètres.

Outre la couche principale, on extrait encore de la houille de plusieurs autres travaux, dont les plus importants sont ceux du puits du Moineau et du puits des Alouettes, situés l'un et l'autre au midi des exploitations établies sur la grande couche. La couche sur laquelle se trouvent ces deux puits présente une allure très-irrégulière; elle est fréquemment interrompue par des étranglements. Son épaisseur moyenne est de 4 ou 5 mètres.

Seconde assise de charbon.

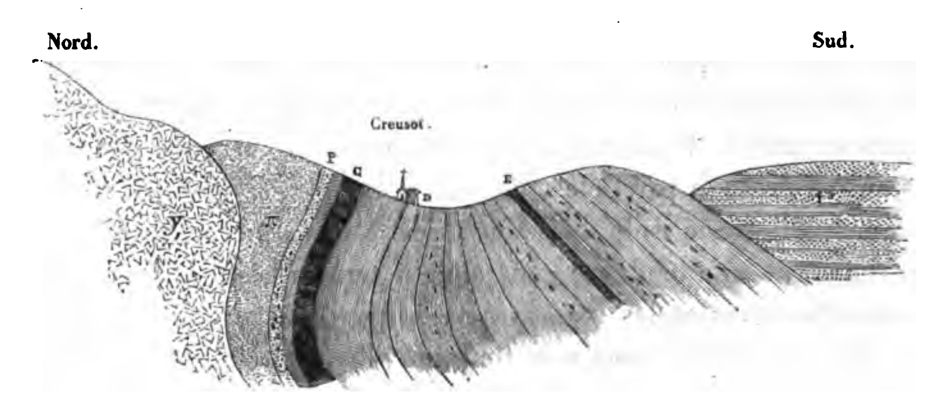
Près de l'église du Creusot, on exploite, à ciel ouvert, ainsi que par les puits Saint-François et l'Hérétique, plusieurs couches de houille qui forment une seconde assise de charbon. Ces couches sont irrégulières et peu épaisses. L'une d'elles, cependant, a $1^{m},50$ de puissance; mais elle

est mélangée de schistes. Cette seconde assise est séparée de la grande couche par une épaisseur de 30 mètres environ de schistes, de grès bitumineux et de grès schisteux. Le toit et le mur de chaque couche sont toujours de schiste bitumineux. La direction et l'inclinaison de cette seconde assise sont exactement les mêmes que pour la couche principale. Les couches, qui plongent d'abord au N., se redressent vers le S. dans la profondeur des travaux.

Au S. du Creusot, et, par suite, au-dessus de la seconde assise de houille, on exploite une troisième couche dont l'épaisseur moyenne est d'environ 5 mètres. Sa direction est conforme à celle de tout le terrain; seulement elle incline au S. E.: de sorte qu'il paraît que l'influence de la forme de la paroi granitique ne se fait plus sentir dans cette partie du bassin. Cette troisième couche, fort irrégulière, est fréquemment interrompue par des étranglements. Il existe aussi un rejet de 2 mètres de hauteur. La houille que produit cette troisième couche est très-compacte, brillante et maigre. Elle est tout à fait impropre à la fabrication du coke.

La coupe ci-dessous, dirigée du N. au S., et passant par l'église du Creusot, fait connaître la disposition générale des couches exploitées.

Fig. 52.



y,. Granite.
π. Roche verdâtre, esquilleuse et porphyrique.
P. Poudingue et grès houiller.
C. Grande couche de houille.
D. Petites couches exploitées près de l'église.
E. Troisième couche de houille.
t^3. Grès des marnes irisées.

L'extrémité S. O. du bassin de Saône-et-Loire se prolonge jusqu'au petit vallon du Blandennin, qui se jette dans la Loire un peu au-dessus de Diou. On y a institué dernièrement une nouvelle concession, sous le nom de *Grand-Champ*. Son exploitation a lieu principalement sur une couche de houille de $4^{m},40$ de puissance. Il y a, en outre, quatre autres couches peu épaisses, et qui produisent un charbon très-impur. Le terrain houiller s'appuie directement sur les granites de Grand-Champ et de Beau-Champ. Son plongement est de 30 à 36° vers l'E. S. E. Cette circonstance nous fait penser que les affleurements de la vallée du Blandennin sont sur le prolongement de ceux du Creusot.

Concession de Grand-Champ.

Remarque sur la forme du bassin de Saône-et-Loire.

L'existence de deux pendages en sens inverse sur les deux grandes lisières du bassin de Saône-et-Loire a souvent fait considérer ce bassin comme offrant une disposition en fond de bateau, c'est-à-dire comme devant présenter une partie horizontale réunissant les deux pendages dont l'inclinaison décroît dans la profondeur. La connaissance actuelle du bassin ne permet pas de conserver cette hypothèse. Celle de la continuité est, sans doute, incontestable : en effet, les exploitations du Creusot et de Montchanin ne sont qu'à 8,000 mètres de distance, et, toutes les fois qu'on a percé le grès de marnes irisées qui les sépare, on a retrouvé le terrain houiller; en outre, ce terrain, dans ces deux mines, possède plus de 100 mètres de puissance, sans qu'aucune variation dans le grain et dans la nature des roches annonce encore l'approche des parties inférieures. Mais cette continuité est établie par des couches très-bouleversées, accidentées par au moins deux systèmes de failles, les unes perpendiculaires à la direction des couches, et les autres presque parallèles, de telle sorte que chaque partie explorée est un parallélipipède isolé dans son allure et dans sa continuité.

On remarque une tendance générale du terrain houiller à présenter les mêmes inclinaisons et les mêmes directions que le terrain des grès supérieurs; mais les inclinaisons sont toujours plus prononcées dans le terrain houiller. Ainsi l'on voit, dans les affleurements situés à 10,000 mètres de Blanzy et à 6,000 seulement du vallon du Creusot, les couches du terrain houiller plonger à 45 degrés vers le N., c'est-à-dire affecter une allure analogue à celle de Blanzy, tandis que les grès des marnes irisées ne plongent qu'à 20 degrés. Le pendage N. se continue jusque très-près du pendage S. du Creusot. Cette concordance d'inclinaison démontre, ainsi que les princi-

pales failles, que le terrain houiller, accidenté dans un sens, alors qu'il n'était pas recouvert, l'a été de nouveau dans la même direction à une époque plus moderne. La disposition irrégulière et, pour ainsi dire, saccadée du grès des marnes irisées nous apprend qu'aucune recherche ne doit être entreprise sur la supposition d'un fond de bateau, et que le véritable guide dans la recherche du terrain houiller, c'est l'allure des terrains secondaires. Cette idée importante, et qui modifie les opinions généralement reçues sur le bassin de Saône-et-Loire, est le résultat d'observations nombreuses qu'a faites, pendant quelques excursions géologiques, M. Amédée Burat, professeur à l'école centrale des arts et manufactures. Ses liaisons d'intérêt avec la compagnie des mines de Blanzy lui ont fourni tous les moyens d'en vérifier l'exactitude. Nous sommes aussi redevables à cet ingénieur de plusieurs des renseignements que nous avons donnés sur le bassin houiller de Saône-et-Loire.

Pour compléter l'histoire de ce terrain houiller, nous allons indiquer en note[1] la succession des différentes couches traversées par le puits Valentin

[1]

1° Remblais et terre végétale...	2m,00
2° Marnes irisées et grès associé à ces marnes. Le grès forme, à la fois, des couches alternant avec les marnes, et des rognons disséminés au milieu d'elles. Des fissures qui traversent ce terrain dans toutes les directions en ont complétement dérangé la stratification...	25 ,50
3° Grès houiller à grains fins....	0 ,38
4° Schiste houiller, alternant avec des veines très-minces de charbon...	1 ,50
5° Grès houiller...	1 ,10
6° *Première couche de charbon*....	8 ,30
7° Grès houiller à gros grains.....	1 ,15
8° *Seconde couche de charbon*.....	0 ,15
9° Grès houiller...	0 ,50
10° Charbon mêlé de schiste.....	0 ,10
11° Grès houiller à gros grains, mélangé de veinules de schiste noir charbonneux...	1 ,75
A REPORTER....	42 ,43
REPORT......	42m,43
12° *Troisième couche de charbon*, pur et de bonne qualité...	0 ,25
13° Grès houiller, avec quelques veinules de schiste...	1 ,15
14° *Quatrième couche de charbon*, d'assez bonne qualité, d'une exploitation facile...	2 ,40
15° Grès fin...	0 ,60
16° Schiste compacte...	0 ,25
17° Grès mélangé de quelques veines schisteuses...	1 ,25
18° Schiste mélangé de charbon..	1 ,00
19° Assise composée d'une alternative de grès, de schiste et de veinules de charbon...	2 ,50
20° *Cinquième couche de charbon* : il est mélangé de schiste...	1 ,10
21° Grès houiller tendre et friable..	0 ,25
22° Schiste mélangé de charbon...	0 ,50
A REPORTER....	53 ,68

au Gratoux, ouvert récemment dans la concession de Ragny. Cette coupe, peu importante pour la connaissance de la richesse houillère, montre que, dans le terrain houiller du Creusot comme dans celui de la Loire, le grès houiller est de beaucoup la roche dominante.

La houille du bassin du Creusot est généralement de qualité inférieure à celle de Saint-Étienne. Celle de Blanzy présente une cassure largement lamelleuse, très-brillante; cependant elle ne possède pas l'éclat des houilles maréchales. Elle a peu de consistance. Lorsqu'on la calcine, ses morceaux se collent mal; ses angles seulement s'arrondissent. Elle est légère, brûle

Report.....	53m,68
23° Grès blanchâtre, schisteux et micacé	0 ,85
24° Charbon mélangé de schiste	0 ,20
25° Assise de grès, de schiste et de charbon : elle contient trois veinules de charbon	2 ,80
26° Grès à grains fins et schisteux	0 ,10
27° Schistes mélangés de veines de houille et contenant des rognons de grès	2 ,15
28° Grès blanchâtre	1 ,10
29° Schiste noir bitumineux	0 ,50
30° *Sixième couche de charbon*, assez pur	0 ,60
31° Grès blanchâtre feldspathique, très-chargé de mica	1 ,45
32° Schiste	0 ,25
33° Banc de grès massif	3 ,00
34° Schiste tendre bouleversé	0 ,01
35° Grès à grains fins, analogue à celui employé pour la confection des meules à aiguiser	2 ,50
36° Veinule de charbon	0 ,15
37° Schiste grisâtre, contenant des rognons de grès, analogue au précédent	3 ,80
38° Grès houiller à grains de meule, mais un peu plus gros que le n° 35	2 ,15
A reporter....	75 ,29

Report......	75m,29
39° Schiste d'un gris foncé, peu dur	1 ,35
40° Grès à gros grains, passant à un poudingue quartzeux très-dur	2 ,20
41° Grès gris alternant avec du grès de couleur ocracée	0 ,75
42° Grès houiller à gros grains	0 ,25
43° Banc de grès compacte, blanchâtre, mélangé de poudingue quartzeux à très-gros grains	5 ,75
44° Grès massif à grains fins, mélangé de galets quartzeux	4 ,25
45° Grès à grains fins, contenant, dans sa partie supérieure, quelques lits schisteux	1 ,90
46° Grès à grains moyens, assez dur	2 ,00
47° Grès à gros grains, avec poudingue quartzeux	0 ,80
48° Grès grisâtre à grains fins	1 ,80
49° Grès grisâtre à gros grains et très-dur	2 ,40
50° Grès mélangé de poudingue quartzeux très-dur	1 ,60
51° Grès mélangé de quelques veines de schiste : cette couche, la dernière traversée par le puits Valentin, contient beaucoup d'empreintes de roseaux	1 ,50
	101 ,84

avec une flamme vive qui dure peu, et est impropre à la fabrication du coke. Elle est composée, d'après M. Regnault[1], de :

Charbon	55 ,70
Matières volatiles	42 ,00
Cendres	02 ,30
	100 ,00

Nature de la houille.

La houille du Creusot, plus riche en charbon que celle de Blanzy, produit du coke de bonne qualité. Analysée par M. Berthier[1], elle a donné :

Charbon	65 ,40
Matières volatiles	31 ,20
Cendres	3 ,40
	100 ,00

TERRAIN HOUILLER AUX ENVIRONS D'AUTUN ET D'ÉPINAC (SAÔNE-ET-LOIRE).

Le bassin houiller des environs d'Autun, dans lequel se trouvent la mine d'Épinac et plusieurs autres exploitations, occupe une étendue d'environ trente mille hectares. Il s'étend, de l'O. à l'E., sur une longueur de 37,000 mètres, depuis le pied des montagnes porphyriques et granitiques du Morvan jusqu'aux montagnes de calcaire jurassique qui forment, près de Nolay (Côte-d'Or), le partage des eaux entre la Loire et la Saône. Il est limité au S. par des montagnes granitiques, à la base desquelles se montre souvent le gneiss. Le terrain houiller constitue, au pied de ces montagnes, des collines surbaissées, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer ne dépasse guère 350 mètres. Leur aspect, qui contraste toujours, d'une manière frappante, avec celui des montagnes environnant le bassin, les fait reconnaître de loin.

Sa composition générale.

Le dépôt fondamental qui remplit le fond de ce bassin est composé de grès houiller passant fréquemment au poudingue, et d'argile schisteuse. Il contient plusieurs couches de houille, et présente, dans sa partie supérieure, un développement considérable de schistes bitumineux d'une

[1] *Recherches sur les combustibles minéraux*, par M. V. Regnault, ingénieur des mines. (*Annales des mines*, 3ᵉ série, tom. XII, pag. 191.)

[1] *Traité des essais par la voie sèche*, par M. P. Berthier, pag. 331.



nature particulière, qui mériteront de notre part une attention spéciale. Le terrain offre, du haut en bas, la succession d'assises suivante :

Alluvions;

Calcaire gris de cendre ou gris de fumée;

Schistes bitumineux;

Grès houiller;

Schistes bitumineux.

Puissante masse de grès et de poudingues, renfermant, surtout dans sa partie inférieure, des alternances d'argile schisteuse et de houille.

Composition du grès houiller.

Ici, comme dans tous les bassins de l'intérieur de la France, les grès houillers sont formés des éléments de granite et de gneiss en décomposition; des grains de quartz, des grains de feldspath passant au kaolin; du mica blanchâtre plus ou moins abondant : le tout réuni par un ciment argileux grisâtre. Ces grès fournissent de bons matériaux de construction (moellons ou pierres de taille), et on y a ouvert de belles carrières aux environs de Saint-Léger-des-Bois. Ils alternent çà et là avec des argiles schisteuses noires, dont la composition n'offre pas de particularités remarquables. Ces deux roches contiennent, en beaucoup d'endroits, et souvent en grand nombre, les empreintes végétales habituelles dans les terrains houillers.

Remarques sur les galets contenus dans les poudingues.

Quelques couches de ces mêmes grès renferment, non-seulement des noyaux quartzeux plus ou moins gros, mais de véritables galets, arrondis par le frottement, de roches diverses, telles que gneiss, granité, porphyre quartzifère; et ils constituent ainsi des poudingues. Les galets sont plus ou moins gros. On trouve quelquefois, dans cette position, des masses granitiques assez considérables, comme au bois de la Feuillée. MM. Rozet et Leymerie ont constaté que les galets de diverses natures ne sont pas répandus au hasard dans toutes les parties du bassin, mais que les galets de granite et de gneiss vers le S. et l'E. du bassin, où les montagnes environnantes appartiennent à ces deux espèces de roches, sont euritiques et porphyriques au N. et à l'O., où les montagnes voisines sont elles-mêmes formées d'eurite et de porphyre. Cette différence tendrait à prouver que les montagnes euritiques et porphyriques existaient, aussi bien que le granite et le gneiss, à l'époque de la formation du bassin, et que les poudingues ont été composés des débris de ces diverses montagnes, euritiques près de l'eurite,

Gneiss, granites, porphyres antérieurs au dépôt houiller.

granitiques près du granite[1]. Toutefois les porphyres quartzifères de ces contrées ne sont pas tous antérieurs au terrain houiller, car on les voit quelquefois couper ce terrain sous forme de filons. MM. Rozet et Jourdan ont observé, près de la Vesvre, deux couches de houille sèche, traversées par des filons d'eurite, dont nous avons donné précédemment la description, chap. II, pag. 155, et dont nous reproduisons ici la figure: Certains porphyres lui sont postérieurs.

Fig. 53.



Intercalation du porphyre dans le terrain houiller du bassin de l'Arroux.

H. Houille. G. H. Grès houiller.
π. Porphyre. G. Galerie d'exploitation.

La houille a été reconnue en différents points du bassin houiller d'Autun. La partie qui, jusqu'à présent, a été trouvée la plus riche, est l'extrémité orientale où est située la mine d'Épinac. Les couches de houille y sont au nombre de trois, dont deux sont très-rapprochées et paraissent se réunir en une seule après avoir été séparées par une masse de grès. L'inclinaison de ces couches a lieu vers l'O. Pour une, elle est de 45°; celle du groupe des deux autres couches est moyennement de 35°. Mine d'Epinac.

Le détail de la coupe du puits principal (le Curier), placé vers le centre de l'exploitation, donnera une idée de la composition du terrain. Coupe du terrain.

Terre végétale	5m,05
Grès	69 ,00
Poudingue	2 ,00
A REPORTER	76 ,05

[1] *Bulletin de la Société géologique*, tom. VII, pag. 332, et *Traité de géologie*, tom. II, pag. 33.

Report	76m,05
Grès	11 ,70
Poudingue	11 ,00
Grès	6 ,30
Poudingue	1 ,40
Première couche de houille, mélangée de schiste	1 ,30
Grès	13 ,00
Schiste	0 ,32
Deuxième couche de houille	2 ,00
Schiste	1 ,33
Grès	21 ,00
Schiste	0 ,50
Troisième couche de houille	2 ,33
Roche arénacée verte	26 ,42
	174 ,65

Les galets des poudingues mentionnés dans cette coupe[1] sont très-variés dans leur composition et souvent euritiques. Fréquemment ils sont très-gros; ce sont même de gros blocs.

Le terrain houiller d'Épinac présente quelques rejets et d'autres dérangements.

Autres concessions.

Le bassin houiller d'Autun renferme encore trois autres concessions : ce sont celles de Chamboy (commune de Tavernay), du Grand-Moloy (commune de Saint-Léger-des-Bois), et de Pauvrey (communes de Curgy, de Sully, etc.). La première n'a jamais été exploitée; la seconde n'a, jusqu'à présent, donné que de faibles produits, et la troisième n'est concédée que depuis peu d'années. Les travaux actuels de ces exploitations ne doivent, en quelque sorte, être considérés que comme des recherches. La sonde a fait connaître une nouvelle couche près Saint-Léger-des-Bois, à une profondeur de 150 mètres.

Trois nouvelles concessions de mines de houille sont demandées, en ce moment, entre Autun et Épinac. L'existence du charbon a, dit-on,

[1] *Bulletin de la Société géologique*, tom. VII, pag. 331.

été reconnue dans toute l'étendue du terrain demandé. On a fait des recherches au N. et au N. O. d'Autun, à Fouillouse, Abost, la Selle, Igornay, Creusefond, Collonge, dans le but de découvrir des couches de charbon exploitables; mais le succès n'a pas répondu à l'attente. Près de Chamboy (commune de Tavernay), on a exploité, pendant quelque temps seulement, une couche qui donnait de la houille de médiocre qualité. La houille sèche du pont de Vesvre a été aussi exploitée pendant quelque temps [1].

Pour achever de décrire les roches qui remplissent le bassin d'Autun, il nous reste surtout à parler des schistes bitumineux renfermant des empreintes végétales et des empreintes de poissons, qui souvent s'y trouvent intercalés entre les couches du grès houiller, et qui prennent un assez grand développement à la partie supérieure pour nous autoriser à les décrire séparément. Schistes bitumineux dont on retire de l'huile pour l'éclairage.

Ces schistes bitumineux, qu'on exploite depuis quelques années pour en retirer une huile employée à l'éclairage, affleurent au jour en un grand nombre de points du bassin, particulièrement le long de la rivière de l'Arroux, qui le traverse du N. E. au S. O., ainsi que sur les flancs des montagnes porphyriques et granitiques sur lesquelles s'appuient les couches houillères.

Ces schistes ont été surtout observés à Igornay, à Muse, à Surmoulin (commune de Dracy-Saint-Loup), à Millery, à Saint-Forgeot, à Chamboy, aux champs de la Justice, à Pauvrey, à Saint-Symphorien près d'Autun, et çà et là le long de l'Arroux. Ils se développent notamment dans une assez vaste plaine au N., N. O., O. et S. de la ville d'Autun. Au N., N. O. et à l'O., ils sont bornés par les montagnes porphyriques du Morvan, et, selon M. de Bomard [2], ils semblent adossés à une roche porphyroïde dans le village même d'Igornay. Au S. et à l'E. des montagnes granitiques de Saint-Claude, Brisecou et la Creuse-d'Auxy, aux environs de Saint-Léger-des-Bois, ils paraissent circonscrits par les terrains jurassiques. Ils s'étendent au N. E. dans la direction d'Epinac, et s'y lient à la formation houillère. D'après M. Walferdin [3], ils ont pris leur plus grand développement d'Igornay à Épinac.

[1] Rozet, dans la *Statistique de Saône-et-Loire*, publiée par M. Ragut, tom. Ier, pag. 59, et tom. II, pag. 568.

[2] De Bonnard, *Notice géogn. sur quelques parties de la Bourgogne*. (*Annales des mines*, tom. X, pag. 239, 1825.)

[3] *Bulletin de la Société géologique*, tom. VII, pag. 333.

Leur superposition au terrain houiller.

La superposition immédiate de la masse principale de ces schistes bitumineux au terrain houiller n'a jamais été contestée; mais le mode de liaison du schiste avec la formation houillère a été l'objet de discussions qui paraissent maintenant terminées, l'alternance des premières couches du schiste avec les dernières couches du grès ayant été constatée d'une manière positive.

Leur liaison avec ce terrain.

D'après M. Leymerie[1], on voit à Muse, dans un chemin creux, au-dessus du village, et à Surmoulin, le schiste bitumineux reposer à stratification parfaitement concordante sur le grès. A Muse, à l'entrée du village, les couches inférieures du schiste alternent même avec des bancs peu épais de grès à petits grains. Les grès qui accompagnent les schistes de Muse sont absolument les mêmes que ceux du terrain houiller en général. D'après M. l'abbé Landriot[2], un banc de grès houiller se trouve à Dracy-Saint-Loup, intercalé entre deux bancs de schistes semblables à ceux de Muse. M. l'abbé Raquin a observé aux environs de Saint-Pantaléon, près d'Autun, une puissante masse de grès houiller sur une couche de schiste: une communication du même genre avait déjà été faite à la Société géologique par M. l'abbé Corbière. Des faits analogues s'observent çà et là dans la plaine.

Calcaire intercalé dans les schistes bitumineux.

Les schistes bitumineux alternent, non-seulement avec les grès et les argiles schisteuses, mais encore quelquefois avec un calcaire gris compacte, et aussi avec la houille. On y rencontre, en outre, des lits de nodules de fer carbonaté argileux.

A Chamboy, des schistes analogues à ceux de Muse reposent immédiatement sur une couche de houille, qui d'abord avait donné lieu à une petite exploitation. Ils s'unissent même à la houille et paraissent ne former avec elle qu'un seul banc, dont ils occupent la partie supérieure. On trouve, en divers points du bassin, des grès schisteux imprégnés de bitume, mais toujours moins riches cependant que les schistes bitumineux.

Accidents que présente leur stratification.

Les schistes du bassin d'Autun se présentent en couches plus ou moins inclinées, souvent ondulées et généralement relevées vers les affleurements des roches d'origine éruptive qui limitent le terrain houiller, comme le sont

[1] *Bulletin de la Société géologique*, tom. VII, pag. 320.

[2] L'abbé Landriot, *Notice géologique sur les environs d'Autun*, pag. 22.

les couches de houille dans les mines de Chamboy par exemple, aussi bien que dans celles du Creusot, de Blanzy, etc. Les couches de schiste, qui offrent les mêmes circonstances de gisement que les couches de houille, ont une inclinaison qui n'est pas assez en rapport avec celle du sol pour que l'exploitation au jour, commencée en plusieurs points à la tête des couches, puisse être de longue durée. Les couches de schiste riche, étant plus tenaces que celles du schiste pauvre, se sont courbées avec régularité, tandis que les couches de schiste pauvre, beaucoup plus tendres, se sont souvent brisées et confondues de manière à donner au gisement un désordre apparent, mais qui n'est que local.

Composition des schistes bitumineux.

Les schistes du bassin d'Autun sont noirs, bitumineux, renferment de petits amas lenticulaires de fer sulfuré, et ont une grande tendance à se décomposer par l'action de l'atmosphère. Lorsque ces schistes affleurent à la surface du terrain, ils sont presque toujours de mauvaise qualité, c'est-à-dire impropres à la distillation, parce que les eaux et l'action de l'air ont fait disparaître les huiles volatiles qu'ils contenaient, en sorte qu'il faut toujours en enlever, sous forme de déblais, une épaisseur de 3 à 4 mètres, avant de rencontrer des parties exploitables.

L'épaisseur totale des schistes semble s'élever, en quelques points, jusqu'à 60 mètres, abstraction faite de quelques lits de grès qui s'y trouvent intercalés; mais ces schistes ne sont pas, dans toute leur épaisseur, également propres à donner de l'huile. La quantité de matière huileuse dont ils sont imprégnés est très-variable, et souvent très-considérable. M. Xardel, ancien élève de l'école des mines de Paris, qui a été, pendant plusieurs années, directeur de l'exploitation d'Igornay, nous a communiqué les détails suivants[1]. Il existe quelques échantillons rares rendant de 45 à 50 p. o/o; mais je ne sache pas, ajoute M. Xardel, que les schistes de cette teneur forment des couches exploitables : les schistes qui offrent ce rendement présentent le caractère de l'*ozokérite* de la Moldavie. M. Manès, ingénieur en chef des mines à Châlons, possède quelques échantillons qu'il a recueillis au toit d'anciens travaux de la mine d'Épinac, et qui produisent de 20 à 25 p. o/o d'huile. Les couches exploitées ou susceptibles de l'être rendent de 5 à 9 p. o/o. La richesse moyenne des schistes, considérés en

[1] Xardel, *Notes inédites.*

grandes masses, varie depuis 9 p. o/o jusqu'à une pauvreté presque absolue, et tous ceux qui ne contiennent pas 5 p. o/o doivent être rejetés.

Produits de la distillation des schistes bitumineux.

La distillation des schistes donne une quantité d'eau variable généralement inverse à la quantité d'huile extraite : ainsi la quantité d'eau obtenue varie de 6 à 3 p. o/o pour les schistes dont la teneur est de 5 à 9 p. o/o d'huile. Ces eaux sont ammoniacales et fournissent 2,50 à 3 p. o/o de sulfate d'ammoniaque, qu'on peut se procurer avec avantage en faisant réagir sur ce produit les eaux qui ont servi à lessiver les schistes sortis incandescents des cornues, et sur lesquels s'opère une espèce de grillage par leur exposition à l'air libre. Les eaux pluviales suffisent pour lessiver ces schistes sans presque aucune dépense de main-d'œuvre. La pyrite, toujours en quantité assez notable dans ces schistes, donne lieu à la formation d'une certaine quantité de sulfate d'alumine et de fer. La silice se présentant, dans ces schistes, à l'état de bisilicate, l'alumine est difficilement attaquable; néanmoins, comme ces schistes sont privés de chaux, ils peuvent constituer, en certains points, un minerai d'alun et de sulfate de fer.

Alternance des diverses variétés de schistes.

Les schistes riches forment, entre les masses pauvres, des lits dont la puissance s'élève souvent à 2 ou 3 mètres. Quelquefois on rencontre des veines riches qui n'ont pas plus de $0^m,05$ d'épaisseur, et l'on voit aussi dans une couche riche, de 1, 2, 3 mètres de puissance, des lits pauvres d'une épaisseur de $0^m,05$ à $0^m,10$. Les schistes riches sont beaucoup plus tenaces que les schistes pauvres. Ceux-ci sont tendres et contiennent des rognons de fer carbonaté, comme les argiles schisteuses ordinaires du terrain houiller.

Schistes avec empreintes de poissons et empreintes végétales.

Les empreintes de poissons, si fréquentes dans les schistes d'Igornay, se rencontrent dans les schistes pauvres. Les schistes riches, au contraire, renferment souvent des débris végétaux analogues à ceux qu'on observe habituellement dans le terrain houiller. Peut-être les couches de schiste riche sont-elles, en quelque sorte, les représentants des couches de houille : on remarque que, lorsque le schiste rend 9 p. o/o d'huile, ses feuillets sont tapissés d'une multitude de veines lenticulaires miroitantes, à cassure cireuse, qui, par leur aspect et leur manière de brûler, rappellent la variété de houille dite *cannel-coal*. Le schiste offre une variété très-chargée de bitume, qui brûle presque avec la même facilité que la houille.

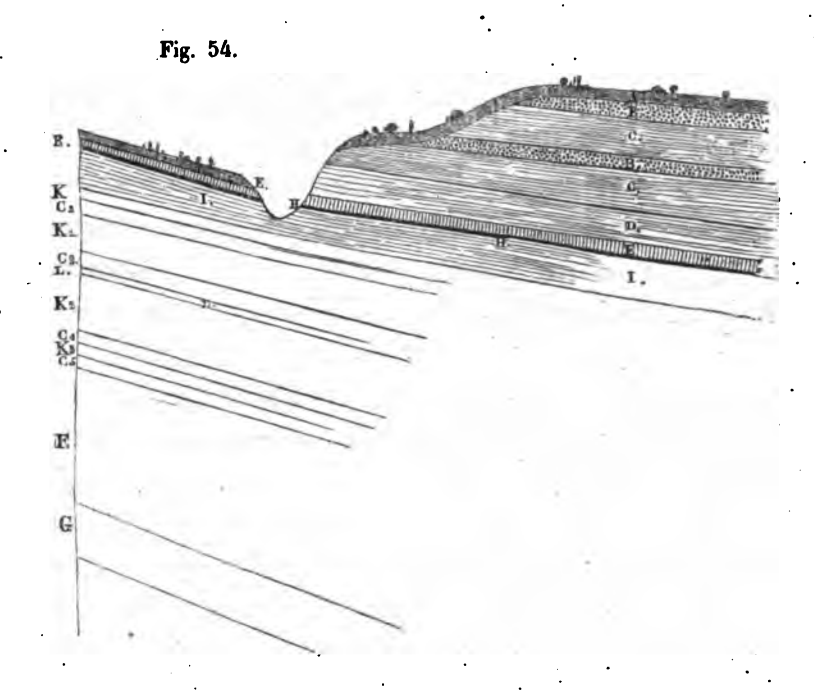
Schistes susceptibles de brûler.

Les Romains paraissent avoir mis fréquemment le schiste bitumineux en usage pour lambrisser les temples et les palais, comme l'attestent les

nombreux débris que l'on trouve sculptés et polis dans les ruines autour de la ville d'Autun. Ils sont d'un beau noir mat.

La coupe suivante, faite, dans la commune d'Igornay, du hameau dit le Bourgeau au hameau dit le Mogan, donnera une idée de la disposition des couches de schiste bitumineux dans le bassin d'Autun. Nous la devons à la complaisance de M. Xardel. Coupe montrant la disposition des schistes bitumineux.

Fig. 54.



Coupe des assises supérieures du terrain houiller d'Autun.

A. Terre végétale.
B. Grès désagrégés 0m,40
C. Schistes pauvres, gris blanchâtre ..... 0 ,70
B_1. Grès désagrégés .... 0 ,40
C_1. Schistes analogues aux schistes C ..... 0 ,30
D. Argiles schisteuses mêlées de rognons de pyrite .... 1 ,50
E. Calcaire gris compacte .... 0 ,30
H. Veinule de houille .... 0 ,05
I. Banc d'argile schisteuse .... 3 ,00
K. Schistes riches rendant 9 p. 0/0 d'huile. 0 ,30
C_2. Schistes pauvres .... 0 ,40
K_1. Schistes rendant 6 p. 0/0 .... 0 ,65
C_3. Schistes pauvres, avec empreintes de fougères 0m,33
L. Schistes pyriteux, avec empreintes de poissons .... 0 ,10
K_2. Schistes rendant 6 p. 0/0, avec empreintes végétales .... 1 ,20
C_4. Schistes pauvres .... 0 ,15
K_3. Schistes rendant 6 p. 0/0 .... 0 ,15
C_5. Schistes rendant 4 p. 0/0, avec pyrites et empreintes de poissons .... 0 ,30
F. Schistes pyriteux rendant 3 ou 4 p. 0/0. 3 ,00
G. Schistes rendant en moyenne 5 p. 0/0.. 1 ,50

On a remarqué depuis longtemps que les schistes des environs de Muse,

dans le bassin d'Autun, présentent de nombreuses empreintes de poissons dont les écailles sont pénétrées de bitume, avec quelques empreintes végétales tout à fait semblables à celles du terrain houiller. Mais, depuis que le schiste bitumineux est exploité, on connaît beaucoup mieux encore les débris organiques qui y sont généralement répandus. Ceux qui frappent le plus sont des poissons du genre *palæoniscus*. Au village de Muse, ils sont renfermés dans les assises tout à fait inférieures ; mais, dans les autres localités, ils paraissent inégalement disséminés, à divers étages, dans les schistes, principalement dans les veines pauvres. Ils accompagnent ordinairement les lits pyriteux. Les écailles, parfaitement conservées, ont parfois l'éclat de la nacre et de l'azur, ou le brillant de l'or par leur transformation en sulfure de fer. Ces poissons appartiennent aux espèces *palæoniscus Blainvillei* (Agass., vol. II, tab. 5), *palæoniscus Voltzii* (vol. II, tab. 6), *palæoniscus augustus* (vol. II, tab. 9), *amblypterus latus* (vol. II, tab. 4), et *pygopterus Bonnardi* (Agass.) [1].

A côté de ces poissons, on rencontre en abondance, à Muse et dans d'autres localités, mais surtout à Surmoulin, de gros coprolithes [2], dont le volume porterait à croire qu'ils ne proviennent pas des *palæoniscus* qui les accompagnent. M. Adolphe Brongniart, en septembre 1838, a trouvé dans les schistes de Chamboy, à côté de quelques écailles disséminées çà et là, un ossement assez remarquable : il a présumé qu'il pourrait appartenir à quelque grande espèce de poisson (*sauroïdes ?*).

Les schistes bitumineux, et les calcaires qu'ils contiennent, appartiennent au terrain houiller et non au zechstein.

Les empreintes de poissons que l'on observe dans les schistes bitumineux du bassin d'Autun ont, au premier aspect, beaucoup d'analogie avec celles qui existent en Allemagne dans le schiste marno-bitumineux de la formation du *zechstein*. Cette ressemblance avait d'abord déterminé quelques géologues à rapporter au zechstein les schistes du bassin d'Autun, et on avait cru trouver une confirmation de ce rapprochement en découvrant à la Commaille, près d'Autun, sur la route de Château-Chinon, une couche calcaire de 30 centimètres d'épaisseur, qui repose sur le grès houiller. Cependant un examen plus attentif a fait reconnaître qu'il n'y a pas une identité complète entre les poissons du schiste marno-bitumineux du zechstein et ceux d'Autun, qui ressemblent beaucoup plus à ceux dont on rencontre les em-

[1] Agassiz, *Recherches sur les poissons fossiles.*

[2] L'abbé Landriot, *Notice géologique sur les environs d'Autun*, pag. 20.

preintes dans les rognons de fer carbonaté lithoïde et dans les schistes houillers des environs de Sarrebruck. Les écailles des *palæoniscus* du zechstein sont ornées, à leur surface extérieure, de différents dessins dont l'absence est constante dans les *palæoniscus* des terrains houillers. Des couches calcaires sont, d'ailleurs, connues dans les parties supérieures du terrain houiller de la Glane et de ceux de Sarrebruck, de Villé (département du Bas-Rhin), de Littry (Calvados), de Saint-Gervais (Hérault), de Shrewsbury et de Coal-Brook-Dale en Angleterre, etc. Les schistes de la partie supérieure du terrain houiller de Coal-Brook-Dale laissent dégager du bitume [1], ce qui rappelle encore le terrain houiller d'Autun. Ainsi on voit que tout concourt aujourd'hui à faire regarder les schistes bitumineux du bassin d'Autun comme appartenant au terrain houiller, dont ils constituent la partie supérieure.

Végétaux contenus dans les schistes bitumineux.

Cette détermination se trouve pleinement confirmée par l'examen des débris végétaux qu'on observe dans certaines assises des mêmes schistes, dans celles surtout qui sont riches en bitume. Ces végétaux sont généralement compris dans le nombre de ceux qui sont le plus habituellement répandus dans le terrain houiller. On peut citer en particulier, dit M. l'abbé Landriot [2], le *pecopteris arborescens*, le *pecopteris abbreviata*, le *pecopteris hemitelioides*, le *cardiocarpon majus*, des rameaux de conifères analogues à ceux de Saint-Étienne, différentes espèces d'*astéréophyllithes*, et enfin le genre *sigillaria*, éminemment caractéristique du terrain houiller.

M. Adolphe Brongniart a remarqué que l'étude des schistes de Millery, d'Igornay, etc., est particulièrement intéressante sous le rapport de la botanique fossile, en ce qu'elle nous fait connaître la flore des couches les plus récentes du terrain houiller. Indépendamment des empreintes de fougères, de calamites, de lycopodes, qu'offrent ici, comme dans les autres contrées, les psammites et les argiles schisteuses, celle-ci est surtout remarquable par la grande quantité de bois silicifiés que l'on trouve à la surface du sol, et qui ont quelquefois été vus engagés dans la partie supérieure du grès houiller [3].

[1] Murchison, *Silurian system*, p. 83 et 103.

[2] L'abbé Landriot, *Notice géologique sur les environs d'Autun*, pag. 21.

[3] Rozet, dans la *Statistique de Saône-et-Loire*, publiée par M. Ragut, tom. I, pag. 59.

Végétaux silicifiés.

A Chamboy, sur le chemin de Tavernay, on observe dans le grès houiller, de part et d'autre de la tranchée, les extrémités d'une grande tige de conifère silicifiée, qui avait environ 8 mètres de longueur avant qu'on l'eût brisée pour faire le chemin. L'écorce en est changée en houille. Le diamètre de la tige a environ 11 pouces, et son intérieur est à moitié charbonné ou décomposé [1]. Lors du passage de MM. Robert Brown et Adolphe Brongniart à Autun, en septembre 1838, on a remarqué, dans les champs de la Justice, des fragments de conifères engagés dans des blocs de grès houiller.

Il est probable que les psarolithes et les helmintholithes répandus en grand nombre sur la surface du bassin houiller d'Autun proviennent également du terrain houiller; car, à côté de ces derniers végétaux, à la superficie du terrain, et absolument dans les mêmes conditions, se trouvent des conifères, qu'il est naturel de rapporter au même terrain que les tiges de Chamboy, des champs de la Justice, etc.

L'état de fracture dans lequel on rencontre ordinairement les végétaux silicifiés des environs d'Autun pourrait peut-être porter à croire qu'ils proviennent des débris transportés d'autres terrains; mais leur brisement s'explique très-bien par l'examen de la tige de Chamboy, qui, étant à moitié décomposée, tombe presque en lambeaux lorsqu'on veut l'arracher du banc de grès dans lequel elle est engagée. Il est donc présumable que ces fragments de végétaux silicifiés ont été détachés de leur tronc principal par des causes accidentelles, telles que le soc de la charrue, etc.

Les tiges silicifiées découvertes dans le bassin d'Autun, et particulièrement aux environs de Muse, se rapportent probablement à quatre familles différentes, savoir : les lycopodiacées, les phonérogames monocotylédones, les sigillaires et les conifères.

Psarolithes.

Les débris de lycopodiacées ne sont pas rares dans le bassin d'Autun. Il paraît que c'est de cette famille que se rapprochent le plus les *psarolithes*, végétaux si curieux par leur singulière organisation et par le petit nombre de localités où on les a observés jusqu'ici.

Medullosa sternbergia.

A côté des psarolithes, on rencontre çà et là quelques tiges, analogues à celles désignées par M. B. Cotta sous le nom de *medullosa* [2], et qui ont quelques rapports avec les monocotylédones par la disposition de leurs

[1] *Bulletin de la Société géologique*, tom. VII, pag. 323 et 329.

[2] B. Cotta, *Die Dendrolithen in Beziehung auf ihren inneren Bau*, pag. 59.

faisceaux vasculaires. On conserve, au grand séminaire d'Autun, un fragment de tige, que M. Adolphe Brongniart a rattaché, avec quelque doute, au genre *sternbergia*. L'échantillon a été trouvé à Muse.

Jusqu'ici on n'a découvert qu'un seul fragment de sigillaire silicifiée. Ce fragment, présentant intérieurement tous les caractères des petits rameaux des tiges dicothomes de sigillaires, a été rencontré aux champs de la Justice. Il a été d'un grand intérêt pour M. Adolphe Brongniart, en lui offrant le premier échantillon connu d'une sigillaire à structure intérieure conservée. Il appartient à l'espèce désignée sous le nom de *sigillaria elegans*. Les sigillaires, considérées jusqu'à présent comme des fougères, se rapportent probablement à une autre famille, d'après la structure intérieure de cette tige. M. Adolphe Brongniart les regarde comme voisines des cycadées [1]. *Sigillaria elegans.*

Les conifères sont extrêmement communs dans le bassin d'Autun : ce sont ces végétaux qu'on appelle vulgairement hêtre pétrifié, chêne pétrifié. La première apparence est trompeuse, et, à ne consulter que l'aspect extérieur, on attribuerait assez naturellement ces fossiles aux familles végétales qui croissent encore dans nos forêts. Mais leur organisation intérieure, vue au microscope, présente les caractères de la famille des conifères. On en trouve généralement trois espèces, très-différentes à la simple inspection : la première est commune partout dans le bassin, mais surtout entre Muse et Dracy-Saint-Loup ; la seconde et la troisième, beaucoup plus rares, ne se sont guère rencontrées qu'aux champs de la Justice, à côté des psarolithes. Aux environs de Saint-Symphorien, dans une argile reposant immédiatement sur le grès houiller, on a découvert dernièrement des racines de conifères couchées horizontalement dans la masse argileuse, et dans une position tout à fait analogue à celle des racines vivantes. Elles sont facilement reconnaissables à l'absence du centre médullaire. Conifères.

M. Rozet remarque avec raison [2] que le bassin d'Autun est la seule localité en Europe où l'on connaisse une si grande quantité de conifères dans le terrain houiller. Cette importante découverte, ajoute M. Rozet, est due au zèle des professeurs actuels du petit séminaire d'Autun.

[1] Adolphe Brongniart, *Observations sur la structure intérieure du* sigillaria elegans. (*Archives du muséum d'hist. nat.*, tom. Ier, pag. 405, 1840.)

[2] Rozet, dans la *Statistique de Saône-et-Loire*, publiée par M. Ragut, tom. Ier, pag. 59.

TERRAIN HOUILLER DE SINCEY (DÉPARTEMENTS DE LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE).

Bande houillère des environs de Sincey.

La bande carbonifère de la Côte-d'Or et de l'Yonne est connue sur une longueur de 24,000 mètres, de Ruffey (Côte-d'Or, entre Courcelles-les-Semur et Bierre) à Villiers-les-Nonains (Yonne). Dans cet intervalle, les affleurements carbonifères se montrent dans tous les vallons qui traversent le terrain d'arkose, et entament les terrains plus anciens sur lesquels ce dernier repose. Les affleurements houillers occupent rarement une largeur de plus de 100 ou 200 mètres, et sont ordinairement bordés, particulièrement vers le N., par des protubérances d'eurite ou de granite à petits grains. La série de ces affleurements forme une bande presque rectiligne et dirigée à peu près E. O. ou plutôt E. 2° N., O. 2° S.

Composition et structure du terrain.

Aux recherches de Sincey, les couches carbonifères près du jour plongent au N.; mais, à la profondeur de 150 mètres, elles inclinent, vers le S., d'environ 60°. Elles sont très-tourmentées. Indépendamment du grès, de l'argile schisteuse et des couches de combustible, on remarque dans ce terrain carbonifère un poudingue à ciment de grès houiller et à galets arrondis de granite et de porphyre quartzifère à gros grains. La grosseur des galets est variable. A Sincey, ils dépassent rarement celle d'un œuf. Sur les bords du Cousin, près du pont de Cressy-d'en-Bas, ils sont quelquefois gros comme la moitié de la tête. Le poudingue dont ils font partie rappelle complétement ceux qu'on trouve dans divers terrains houillers de l'intérieur de la France, notamment à Autun. La présence des galets de porphyre dans ce poudingue prouve, ici comme à Autun, que le porphyre quartzifère à gros grains est antérieur au terrain houiller.

Possibilité de sa prolongation vers l'E.

L'affleurement de terrain houiller qu'on voit à Ruffey, à une lieue et demie de Semur, offre des argiles schisteuses noires en feuillets minces, sur lesquels on observe des empreintes très-distinctes de feuilles de fougères. Cet affleurement est le dernier, vers l'E., que présente la bande houillère dont nous nous occupons. Plus loin, les vallées n'ont coupé nulle part le terrain jurassique jusqu'à sa base, de sorte qu'on ne peut savoir si la bande houillère se prolonge encore souterrainement. La ressemblance qui existe entre les terrains houillers d'Autun et de Sincey et ceux que nous allons étudier dans les Vosges porterait assez naturellement à croire qu'entre le Morvan et les Vosges la surface des terrains granitiques pourrait présenter,

au-dessous du manteau secondaire qui la couvre, quelques bassins houillers plus ou moins morcelés.

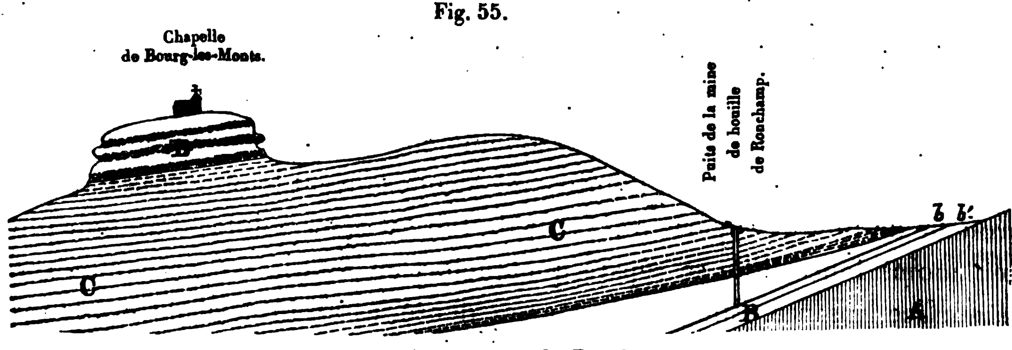
(D.) DÉPOTS HOUILLERS RÉPANDUS DANS LES VOSGES.

Le terrain houiller joue, dans la constitution des Vosges, un rôle moins important encore que dans celle des montagnes de l'intérieur de la France. Il n'y forme que des dépôts très-peu puissants, où les couches de combustible acquièrent rarement une grande épaisseur, et sont même généralement très-minces. Ces dépôts paraissent avoir rempli les parties les plus creuses de deux bassins. L'un, situé au midi de la ligne des ballons, comprend les affleurements houillers de Ronchamp et de Champagney, des Granges-Godey, de Chenebié, de la Charme, etc.; l'autre, placé entre les montagnes de Sainte-Marie-aux-Mines et celle du Champ-du-Feu, comprend les affleurements des environs de Villé, auxquels on peut rattacher ceux de Saint-Hippolyte, du Hury, etc. Nous décrirons les principaux de ces affleurements avec quelque détail, avec plus de détail même que leur faible importance ne semble en exiger, parce qu'il nous paraît utile de montrer, non-seulement ce qu'est le terrain houiller dans les Vosges, mais encore ce qu'il n'est pas et ce qu'on ne saurait en attendre. Disposition générale du terrain houiller dans les Vosges.

BASSIN DE RONCHAMP ET DE CHAMPAGNEY.

Le terrain houiller dans lequel est ouverte la mine de Ronchamp et de Champagney, quoique le plus riche en houille de ceux qui sont connus dans les Vosges, est cependant très-mince. Sa puissance n'excède pas 28 à 32 mètres[1]. La figure ci-dessous donnera une idée de son gisement. Peu d'épaisseur du terrain houiller de Ronchamp.

Fig. 55.



Coupe des environs de Ronchamp.

[1] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique du département de la Haute-Saône*, pag. 337.

Il renferme deux couches de houille.

Le terrain houiller de Ronchamp et de Champagney, B, présente deux couches de houille *b*, *b'*, séparées par des couches alternatives d'argile schisteuse et de grès. Le plus grand éloignement mutuel de ces deux couches est de 15^{m}. La couche inférieure est la moins épaisse et, en outre, la plus sujette à s'amincir subitement. Elle semble avoir été déposée dans les inégalités du terrain de transition A, qu'elle recouvre presque immédiatement. La houille qui la constitue est de médiocre qualité, à cause de la forte proportion de parties terreuses et de la pyrite de fer qu'elle contient. Sa puissance moyenne est de 2 mètres, desquels il faut souvent retrancher près d'un mètre pour les lits de grès bitumineux qui lui sont subordonnés[1]. Il est rare qu'elle offre plus de 1^{m},30 de houille exploitable.

Couche inférieure.

Couche supérieure.

La couche supérieure, qui a été longtemps exploitée, mais dont les parties connues sont aujourd'hui presque épuisées, fournit une houille de bonne qualité, d'un noir éclatant, dont la pesanteur spécifique est de 1,32, et dont 100 parties en donnent 60 à 65 de coke en poids. La couche dont il s'agit a été exploitée sur une puissance de 4 à 5 mètres, à l'endroit du gîte voisin de l'affleurement; mais elle n'a, dans les travaux les plus profonds, que 0^{m},80 à 2^{m} d'épaisseur. Elle s'est amincie progressivement dans le sens de la pente et dans celui de la direction, de sorte qu'elle semble avoir en grand la forme d'une demi-lentille. Cette couche n'est pas entièrement composée de houille; elle est divisée en plusieurs lits par deux, trois, quatre, et même cinq petits bancs de grès bitumineux à grains fins, dont l'épaisseur varie de 0^{m},16 à 1^{m}. On y rencontre, d'ailleurs, des veines de pyrite de fer.

Grès houiller.

A Ronchamp, le grès houiller est composé de débris de diverses roches en fragments assez fins, agglutinés par un ciment grisâtre peu abondant. On voit ce grès se montrer au jour dans l'escarpement qui se trouve à côté de la cantine.

Argile schisteuse.

Une argile schisteuse noire, fréquemment couverte d'empreintes végétales, alterne avec le grès houiller, et forme souvent le mur et le toit de la couche de houille supérieure. Celle du toit est assez solide, d'un noir plus ou moins foncé. Elle se sépare quelquefois en feuillets épais contournés à surface luisante. Elle est alors assez dense, assez dure, et offre une cassure rubanée parallèlement aux surfaces de séparation, tandis qu'ailleurs

[1] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique du département de la Haute-Saône*, pag. 341.

elle se divise en feuillets plus minces, et présente des empreintes végétales analogues à celles qu'on trouve dans presque toutes les houillères, telles que fougères, équisétacées, lycopodiacées, etc. Dans la galerie qui, du puits n° 1 de la mine de Ronchamp, se dirige vers le levant, le mur de la couche de houille principale est formé par une argile schisteuse, peu fissile, à cassure conchoïde, d'un gris noirâtre tirant au brun, passant au rouge par une série de marbrures qui finissent bientôt par envahir toute la masse. Cette argile schisteuse contient des fragments plats, plus ou moins arrondis, de schiste argileux verdâtre du terrain de transition, qui deviennent quelquefois assez nombreux pour en faire un poudingue argileux. Elle est quelquefois rouge.

Cette argile schisteuse offre des empreintes végétales, qui sont également répandues dans les parties de l'une et de l'autre couleur. Dans la même portion de galerie, le toit de la couche de houille est formé par une argile schisteuse rouge, à surface luisante, qui ne renferme pas d'empreintes végétales. Il n'y a d'empreintes végétales, à Ronchamp, que dans le mur de la couche.

Nous reviendrons plus loin sur les modifications que l'argile schisteuse présente dans les assises supérieures du terrain, et sur les roches avec lesquelles on la voit alors alterner.

Guettard et Lavoisier, dans le voyage qu'ils firent ensemble dans les Vosges en 1767, ont visité la mine de houille de Ronchamp qui venait d'être ouverte : ils ont observé que le schiste qui servait de toit à la houille était alumineux. On avait entrepris de s'en servir pour établir une fabrique d'alun[1]. Elle passe au schiste alumineux.

Tout le système des couches houillères de Ronchamp plonge, vers le S. $\frac{1}{4}$ S. O. ou vers 2^h de la boussole, sous un angle qui varie entre des limites assez éloignées. Des parties assez étendues de la couche principalement exploitée avaient une inclinaison de 1 sur 6, ce qui correspondrait à un angle de 9° 27′ avec l'horizon. Cette pente est à peu près parallèle à la pente extérieure des montagnes de transition A, sur la base desquelles la couche semble s'appuyer. Inclinaison des couches.

Le gîte houiller de Ronchamp et de Champagney est affecté de plusieurs accidents ou dérangements, qui en interrompent la continuité et le rendent stérile. La houille, dans leur voisinage, devient terreuse, très-pyriteuse, et se transforme souvent en un grès houiller de couleur noirâtre, très-bitumineux Accidents qu'elles présentent.

[1] *Mémoires de l'Académie des sciences pour 1778*, pag. 437.

et chargé d'une forte proportion de fer spathique. Ces accidents sont des failles, des crains, etc., dont la direction générale est du S. E. au N. O.[1]. Cette direction est exactement celle du système du Thuringerwald et du Morvan, dont j'ai déjà signalé l'influence sur la partie S. O. des Vosges.

Couches qui recouvrent la couche de houille supérieure.

Au-dessus du point le plus bas atteint par les travaux d'exploitation qu'on a conduits en s'enfonçant suivant la pente de la couche, on a creusé, en 1821, un puits d'extraction, qui a percé, sur une hauteur de plus de 100 mètres, toutes les couches qui recouvrent la houille. Au-dessus de l'argile schisteuse noire qui lui sert de toit, on a trouvé une argile solide, peu dure, à cassure unie, très-peu ou point schisteuse, non effervescente, renfermant un grand nombre de petites paillettes de mica blanchâtre. La partie inférieure de la couche, qui a plusieurs mètres d'épaisseur, est d'un bleu verdâtre pâle avec taches amarantes; la partie supérieure est d'un rouge amarante assez foncé avec taches bleuâtres. Cette roche terreuse se montre au jour en plusieurs points des environs de la houillère, et s'élève isolément à une assez grande hauteur sur la pente des montagnes de transition. Quelques géologues l'ont considérée comme la première couche du grès rouge (*rothe todte liegende*); mais on a reconnu plus tard que ce rapprochement était erroné. Les parties rouges et verdâtres de cette argile se lient, en effet, à des parties grises d'un aspect analogue à celui de certaines variétés très-habituelles dans le terrain houiller.

Il y a, dans plusieurs parties de l'argile schisteuse diversement colorée, un grand nombre de fragments plats, et d'autant plus arrondis qu'ils sont plus gros, de schiste argileux verdâtre, qui en font un poudingue à petits fragments : telle est la couche n° 22 du puits n° 2. Cette couche appartient encore au terrain houiller. Dans les travaux du puits n° 1, on a rencontré, au-dessus de la couche d'argilolithe rouge, un poudingue un peu argileux, à fragments de granite ou de porphyre.

Sur le chemin de la houillère au village de Ronchamp, la première couche, qui se distingue bien complétement de l'argile schisteuse noire qui affleure un peu avant, est un agrégat de gros fragments irréguliers et anguleux de porphyre avec ciment rouge. C'est la première couche du grès rouge désigné, dans la coupe ci-dessus (fig. 55, pag. 683), par la lettre C.

[1] Thirria, *Statistique minéralogique et géologique du département de la Haute-Saône*, pag. 342.

On peut faire la même remarque en montant du bois plus à l'O., où affleure le terrain houiller, vers la sommité arrondie à l'E. de Notre-Dame-de-Bourg-les-Monts. Nous avons décrit plus haut (chapitre V, pag. 378) la montagne de grès rouge C et de grès des Vosges D, sur laquelle est située cette chapelle.

Recherches de houille faites en différents points, entre les Vosges et le Salbert.

On a fait de nombreuses recherches de houille dans la vaste dépression, occupée par le grès rouge, qui s'étend de l'O. à l'E. de Ronchamp à Romagny, entre les Vosges et le Salbert. La plupart de ces recherches n'ont eu aucun résultat; cependant la présence du terrain houiller a été constatée, en quelques points, au-dessous du grès rouge, notamment à la Charme, près d'Anjoutey, où il se montre même au jour.

Terrain houiller de la Charme.

A la Charme, le terrain houiller repose sur le schiste argileux de transition, et est surmonté par le grès rouge. Il y existe une petite couche de houille supportée et recouverte par de l'argile schisteuse. Celle qui forme le mur de la couche de houille est d'un gris noirâtre, à cassure conchoïde, peu fissile, et se sépare souvent, suivant des surfaces luisantes. Elle contient des fragments un peu arrondis de schiste gris verdâtre de transition, qui en font un poudingue argileux, comme cela se voit fréquemment à Ronchamp. L'argile schisteuse qui compose le toit de la couche de houille de la Charme est grise; mais, à environ $0^{m},80$ au-dessus de la houille, elle commence à présenter des marbrures rouges, et le rouge remplace bientôt complétement le gris. Elle est peu fissile et possède une cassure conchoïde. Elle renferme, comme celle du mur, un grand nombre de petits fragments de schiste argileux verdâtre.

PETITS BASSINS DES ENVIRONS DE VILLÉ.

Dépression qui interrompt les masses primitives des Vosges.

Il existe dans les Vosges, entre les montagnes de Sainte-Marie-aux-Mines et celles du Ban-de-la-Roche, un espace où leur crête s'interrompt, et où leur marche offre une sorte d'incertitude. Des montagnes de grès des Vosges, telles que le Climont, établissent seules une apparence de continuité entre les montagnes granitiques de Sainte-Marie-aux-Mines et du Champ-du-Feu. Avant le dépôt du grès des Vosges, il y avait là une lacune, une dépression considérable, dans laquelle s'est formé un bassin houiller ou un ensemble de petits bassins. C'est à ce dépôt que se rapportent les petits gîtes houillers de Saint-Hippolyte, du Hury, de Lubine et des environs de Villé

De petits dépôts houillers s'y sont formés.

Terrain houiller de Saint-Hippolyte.

A Saint-Hippolyte, sur la pente occidentale des Vosges, en face de Schelestadt, on exploite une couche dont l'épaisseur n'est que de quelques pouces, et qui passe quelquefois à l'état terreux; elle est tourmentée par un grand nombre de plis et traversée de failles nombreuses. Les ouvriers regardent ces failles comme étant le prolongement des filons, remplis, en partie, de baryte sulfatée et de galène, qui traversent le granite sur lequel repose ce dépôt houiller.

Liaison du grès houiller avec le granite sur lequel il repose.

L'ensemble de la couche est peu incliné. En quelques points, elle est divisée en plusieurs parties par des veines d'argile schisteuse ou de grès houiller; elle s'appuie sur un grès souvent imprégné de matière charbonneuse, assez bien agglutiné, à grains plus ou moins gros, composé de cristaux de feldspath et de grains de quartz, qui semblent provenir de la désagrégation presque immédiate du granite sur lequel il repose, et dont il renferme des fragments. Ce grès rentre, par sa composition, dans la classe des agrégats auxquels M. Brongniart a donné le nom d'*arkose*, et se rapporte, par sa position, à la première de ses trois classes d'arkose. Il existe une sorte de passage graduel et insensible du granite à cette roche, et il est réellement impossible de marquer la limite où finit le granite et commence l'arkose. Ce phénomène, digne d'attention à plusieurs égards, s'observe très-bien dans la galerie d'écoulement de la mine, dont l'entrée est dans le granite et qui va joindre la couche de houille. Il nous a été indiqué par M. Voltz, alors ingénieur des mines en résidence à Strasbourg, qui l'avait consigné, ainsi que beaucoup d'autres faits géologiques découverts par lui, dans un itinéraire qu'il avait rédigé dès l'année 1820, pour faciliter les courses géologiques des élèves-ingénieurs des mines dans cette partie de la France, et dont nous avons été à portée de profiter l'année suivante. Ce phénomène est important en ce qu'il prouve que les matériaux du terrain houiller, au lieu d'avoir été amenés par un long transport, proviennent de la localité même où ils se trouvent encore.

La houille de la concession de Saint-Hippolyte-et-Roderen est grasse, très-pure et fort estimée, malgré son état presque pulvérulent[1].

Observations de Guettard et de Lavoisier.

On lira peut-être avec quelque intérêt l'extrait suivant du journal des observations que Guettard et Lavoisier ont faites à Saint-Hippolyte, le 23 août 1767 :

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 16.

« Le village de Saint-Hippolyte est à l'extrémité des anciennes alluvions « du Rhin, et tout le terrain voisin, du côté de la plaine de l'Alsace, est « couvert de quartz blancs roulés, qui sont quelquefois liés par un sable fin, « et qui forment des poudingues.

« Il en est bien autrement du terrain qui se trouve au delà de Saint-Hip- « polyte, c'est-à-dire à l'E. et en gagnant vers la montagne : on n'est pas « plus tôt sorti de ce village, qu'on entre tout d'un coup dans un terrain « composé de granites à grandes plaques de feldspath. Ces granites sont quel- « quefois durs, mais souvent ils sont friables, et les grains qui les composent « se séparent aisément les uns des autres. On dirait que ce sont plutôt des dé- « tritus de granite que des granites mêmes, tant ils ont peu de consistance.

« On s'élève ainsi insensiblement, en suivant la route de Sainte-Marie- « aux-Mines, et en laissant à gauche un ruisseau qui passe entre Roderen « et Saint-Hippolyte. Lorsqu'on est parvenu à une demi-lieue environ de « ce dernier endroit, on trouve à droite une coupe de 40 pieds, faite pour « la facilité du grand chemin ; elle offre les détails qui suivent :

Ordre des bancs d'une coupe qui se trouve à une demi-lieue de Saint-Hippolyte, sur le grand chemin de cet endroit à Sainte-Marie-aux-Mines.

« 1° Terre rouge glaiseuse, contenant des quartz blancs roulés	3pi	0po
« 2° Terre noire, fine, sableuse, et qui a toute l'apparence « d'une terre bitumineuse	1	6
« 3° Gravier fin, ou espèce de granite tendre et sans consis- « tance (*grès houiller*), mêlé de morceaux irréguliers de feldspath.	4	0
« 4° Même gravier, mieux lié et plus dur, et qui forme un vrai « granite	0	6
« 5° Même gravier, ou granite sans consistance, qu'au n° 3	1	6
« 6° Même gravier durci et formant un vrai granite	0	4
« 7° Même gravier, ou granite sans consistance, qu'au n° 3	1	0
« 8° Schiste talqueux gris en feuillets	0	6
« 9° Schiste noir très-bitumineux	0	5
« 10° Granite jaunâtre, d'une consistance à peu près semblable « à celle des nos 4 et 6	0	5
A REPORTER	13p	2po

Report....	13pi	2po
« 11° Schiste gris bitumineux, avec empreintes de fougères et « autres végétaux	1	0
« 12° Espèce de granite tendre, s'émiettant aisément et n'ayant « presque point de consistance, coupé par un petit filet de char-« bon de terre, de 4 lignes d'épaisseur	5	0
« 13° Granite plus dur, dont les grains ont cependant médio-« crement de liaison, pénétré de bitume, et coupé par de petits « bancs de charbon de terre et de schiste noir, dont les plus épais « ont 4 ou 5 pouces environ	20	0
« 14° Granite un peu plus dur, et dont les grains sont passa-« blement liés, moins brun que le précédent, et qui ne paraît « pas bitumineux. Il y en a environ de découvert	5	5
	44	7

« Tous ces bancs s'inclinent vers le penchant de la montagne, c'est-à-dire « vers le midi, en formant un angle environ de 20° avec l'horizon.

« Sur la gauche, en descendant vers le ruisseau, à peu près dans le « même plan que le banc ci-dessus, n° 13, on avait fait différentes « fouilles pour obtenir du charbon de terre : les trous sont creusés dans le « même gravier graniteux que ci-dessus; mais, comme ce gravier a peu de « consistance, il se fait fréquemment des éboulements qui minent les tra-« vaux[1]. »

Le terrain houiller est recouvert par le grès rouge et le grès des Vosges.

La couche de houille de Saint-Hippolyte a pour toit, comme celle de Ronchamp, une argile schisteuse noire. Suivant le rapport que nous a fait le maître mineur en 1821, on avait traversé, quelques années auparavant, cette argile schisteuse par des travaux de recherche. La galerie avait atteint un grès rouge peu cohérent, d'où il s'était écoulé une quantité considérable d'eau qui avait rempli de sable et de débris une grande partie de la houillère. Ce fait semble établir que le terrain houiller de Saint-Hippolyte est immédiatement recouvert par un grès incohérent, analogue à celui qui forme une partie des couches supérieures du terrain houiller de Ronchamp, et aux couches friables qui, en beaucoup de lieux, existent à la partie infé-

[1] *Mémoires de l'Académie des sciences pour 1778*, pag. 438.

rieure du grès des Vosges. Verticalement au-dessus des travaux d'exploitation de la houillère, se trouve un monticule dans lequel on a ouvert deux carrières qui présentent diverses couches de grès et d'argiles rouges ou amarantes, bariolées de gris bleuâtre et parsemées de paillettes de mica blanc, parallèles à la stratification. Ces caractères se rapportent très-bien à ceux qu'affectent les premières couches solides du grès des Vosges, celles qui succèdent immédiatement aux couches grossières et friables de la partie inférieure. Les couches argileuses micacées montrent que ce système de couches tient encore de près à la partie inférieure, tandis que les couches de grès avec lesquelles elles alternent offrent déjà presque complétement les caractères du grès des Vosges ordinaire, qui, dans les environs, prend un grand développement et forme plusieurs montagnes assez élevées, telles que celle qui sert de base au vieux château de *Hohen-Kœnigsburg* et celle dite *Hoch-Felsen*, à l'O. de *Thannenkirch*.

Autres dépôts houillers dans les environs.

Il existe de petits lambeaux de terrain houiller en divers points des environs de Saint-Hippolyte, savoir : 1° A Thannenkirch; 2° à l'ancienne verrerie de Ribeauvillé; 3° au lieu dit Schaentzel, près de Thannigel; 4° au N. O. du vieux château de Hohen-Kœnigsburg (commune d'Orschwiller); 5° au Hury (commune de Sainte-Croix-aux-Mines). Ces cinq dépôts ne sont que d'une faible importance, et, à l'exception de celui du Hury, on n'y a fait jusqu'aujourd'hui que des recherches infructueuses. Ils sont assis sur le granite ou sur le gneiss, et recouverts en partie par le grès des Vosges[1].

Dépôt houiller du Hury.

Le gîte houiller du *Hury* (commune de Sainte-Croix-aux-Mines) est situé sur le flanc droit du val de Liepvre, au-dessous de Sainte-Marie-aux-Mines. On y voit un grès houiller grossier, friable, qui a l'apparence d'être formé de boules divisibles ou couches concentriques. Il paraît déposé dans une très-petite dépression du terrain de gneiss, et renferme beaucoup de fragments reconnaissables de cette roche. Il semble formé de ses débris, tandis que celui de SaintHippolyte, assis sur le granite, est composé des débris du granite. Au Hury, le grès houiller prend quelquefois un grain très-fin, et présente des zones parallèles plus ou moins imprégnées de houille. La couche de combustible n'a que quelques pouces d'épaisseur. Elle est très-tourmentée par des crains et des plis; cependant elle a donné lieu, pendant assez longtemps, à une exploitation avantageuse. La houille est sèche[1], très-

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 16.

solide, et produit une forte chaleur. Elle est accompagnée (probablement recouverte) par une argile schisteuse noire. On rencontre, dans la partie supérieure du terrain houiller, un porphyre terreux qui semble correspondre aux argilolithes de Ronchamp et de Villé, et former une couche qui surmonte tout le terrain houiller.

Terrain houiller des environs de Villé.

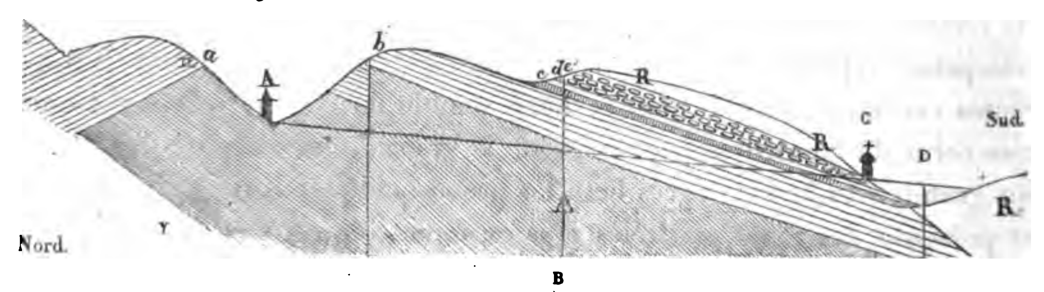
Le plus étendu des lambeaux houillers reconnus dans l'intérieur des Vosges est celui des environs de Villé, qui, ainsi que nous l'avons déjà dit, paraît avoir rempli le fond d'un bassin bien prononcé du sol ancien.

La petite ville de Villé (département du Bas-Rhin) est bâtie dans l'intérieur des Vosges, au milieu d'un bassin entouré de montagnes de transition et de grès des Vosges : au N. O., le *Champ-du-Feu* (granite), élevé de 1,095 mètres; au N. E., l'*Ungersberg* (grès des Vosges), de 904 mètres; au S., l'*Altenberg* (grès des Vosges), de 880 mètres.

Le sol de ce bassin est formé par le terrain houiller et par le grès rouge, qui s'élèvent à une certaine hauteur sur les pentes des montagnes.

Le terrain houiller s'observe particulièrement près de Villé, sur les flancs des deux vallons où se trouvent Erlenbach et Triembach. Il repose sur des schistes qui appartiennent aux terrains de transition, et est, en partie, recouvert par le grès rouge. Les deux figures ci-après, qui sont deux coupes faites, l'une du N. au S., un peu à l'E. du vallon d'Erlenbach, et l'autre de l'O. à l'E., perpendiculairement au vallon qui tombe, du N. au S., à Triembach, représentent, comme nous l'avons expliqué dans le chapitre V, p. 389 et 411, les rapports de position de ces différents terrains et l'ordre de succession des couches du terrain houiller.

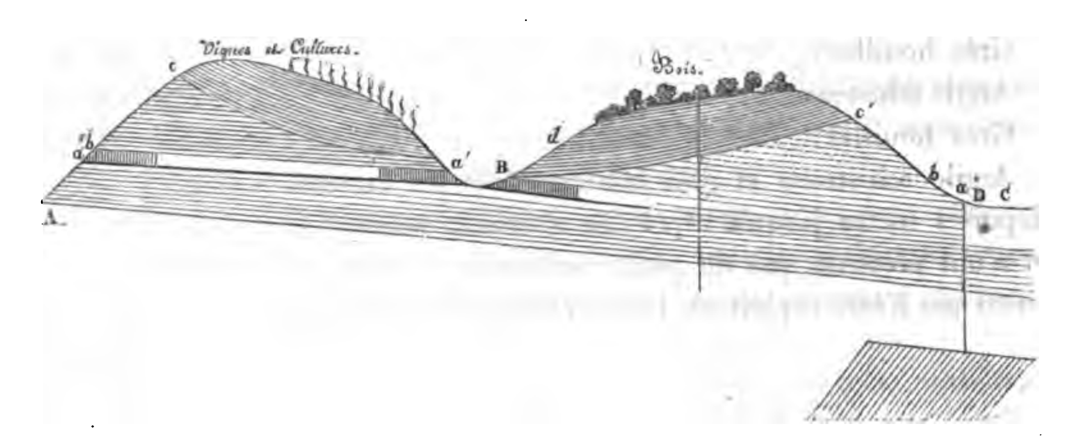
Fig. 56.



Coupe des environs de Villé, du N. au S.

A. Erlenbach, en avant de la coupe.
B. Chemin qui descend à Villé, en avant de la coupe.
C. Villé, en avant de la coupe.
D. Sondage de 106 mètres.
Y. Schistes argileux de transition.
a. Recherche de houille au N. E. d'Erlenbach.
b. Faille.
c. Couche de houille.
d. Couche calcaire.
e. Argilolithe avec lits de rognons calcaires.
R. Grès rouge.

Fig. 57.



Coupe des environs de Triembach.

A. Vallon qui tombe au-dessous de Villé.
B. Vallon qui tombe à Triembach.
C. Rivière de Giesen, entre Triembach et Saint-Maurice.
D. Route de Villé à Schelestadt.
a. Galerie de la mine de houille de Villé.
a'. Galerie au-dessus de Triembach, dans le grès houiller, en partie schisteux.
a". Sondage qu'on a ouvert dans le terrain houiller au-dessus de Triembach, et qui a atteint le terrain de transition.
b. Couches alternatives d'argile schisteuse, à cassure conchoïde, passant à l'argilolithe, d'un vert olive sale plus ou moins foncé, et de calcaire en couches et en lits de rognons.
b'. Couches alternatives d'argilolithe pareille à b, et d'argilolithe rouge et d'un vert bleuâtre, rappelant celle du grès rouge, mais un peu plus schisteuse.
c, c', d. Grès rouge.

La partie inférieure du terrain houiller présente un grès à gros grains en couches épaisses, et qui n'offrent presque pas de traces de schistosité. Ce grès s'observe près d'une galerie de recherche sur le flanc oriental du vallon qui descend, du N. au S., à Triembach. On remarque, à l'entrée de ce village, vers le N. E., un petit escarpement formé par une couche très-épaisse et très-solide de grès houiller. On trouve aussi, dans le terrain houiller de ce canton, et particulièrement près de la galerie de recherche qui vient d'être citée, un grès schisteux et une argile schisteuse noire impressionnée. La même réunion de couches se montre encore près de la galerie de recherche ouverte de l'autre côté du vallon, en face de la précédente, et à la mine de houille située à l'E. N. E. de Villé, au pied occidental du coteau qui borde à l'O. le même vallon. L'ensemble de ces couches est, en quelques points, fort épais : car un sondage entrepris à Villé pour rechercher de la houille, et terminé en juillet 1830, n'a rencontré les schistes de transition sur lesquels repose le terrain houiller qu'à la profondeur de 103m,80.

Composition du terrain houiller.

Ce sondage a traversé les couches suivantes :

Argile schisteuse	13^m,00
Grès houiller	00 ,80
Argile schisteuse	13 ,00
Grès houiller	8 ,78
Argile schisteuse et grès houiller dont les couches varient depuis 1 mètre jusqu'à 1^m,15. Ils alternent souvent ensemble, et n'ont présenté que de petites veines de houille qui ne méritent pas d'être exploitées. Leur épaisseur totale est d'environ.	68 ,20
	103 ,78

A 103^m,78 on est arrivé dans le schiste argileux de transition, et on y a pénétré jusqu'au delà de 106 mètres.

La couche de houille de Villé a généralement pour mur et pour toit une argile schisteuse noire impressionnée.

Couches supérieures; argilolithes.

Au-dessus de ces argiles schisteuses fissiles, il en existe d'autres qui le sont beaucoup moins, des espèces d'argilolithes au milieu desquelles, à plus de 10 mètres au-dessus des assises de grès les plus élevées, on voit une couche de deux mètres d'épaisseur, d'un calcaire compacte brun, peu bitumineux, qui renferme des lits de rognons de silex noirs et de petits nœuds de galène.

Couches calcaires.

Ce calcaire est exploité pour faire de la chaux. Cette chaux est hydraulique et fort estimée pour les constructions dans l'eau [1]. La couche calcaire est recouverte par une première assise d'argile schisteuse, à laquelle succède

Lits de rognons calcaires.

un lit de gros rognons calcaires. Immédiatement au-dessus, se trouve une argile schisteuse qui présente un grand nombre de rognons calcaires tuberculeux. Enfin on rencontre une argile schisteuse peu fissile, ou argilolithe, à cassure conchoïde, plus ou moins compacte, contenant un grand nombre d'assises de gros rognons calcaires. Ce système, qui a plus de 15 mètres d'épaisseur, recouvre les assises de la carrière de pierre calcaire ouverte sur la couche citée plus haut, et est surmonté par le grès rouge. Il

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 15.

rappelle les masses d'argiles schisteuses et les couches calcaires qu'on remarque à la partie supérieure du terrain houiller à Autun, à Saint-Gervais, à Littry, sur les bords de la Glane, à Coal-Brook-Dale, etc.

Ces argilolithes, avec lits de rognons calcaires, rappellent également les couches d'argiles schisteuses peu fissiles qui, en Angleterre, renferment généralement le minerai de fer carbonaté lithoïde.

Aspect particulier des argilolithes dans les parties supérieures.

Ces couches sont ici recouvertes par le grès rouge; mais, dans quelques autres points de ce canton, on aperçoit encore, au-dessous du grès rouge, d'autres couches d'argilolithes qui paraissent être supérieures à celles-ci, quoique faisant encore partie du terrain houiller.

Dans le bois qui longe la grande route, entre Triembach et Saint-Maurice, on observe des affleurements d'argile schisteuse noire, sur lesquels on a ouvert des recherches de houille. Non loin de là, au pied du monticule sur lequel s'élève le bois, entre Saint-Maurice et Triembach, il existe une argilolithe, à cassure conchoïde, analogue à celle du système décrit ci-dessus, et alternant avec des couches rouges et verdâtres. On y a pratiqué un sondage qui a atteint le terrain de transition, après avoir traversé le système houiller dont cette assise fait partie. Quelques fragments calcaires, avec silex noirs, trouvés à la surface, font croire que le sondage a rencontré la couche calcaire mentionnée plus haut.

En montant le long du fossé qui borde le bois au S. E., on voit affleurer successivement le grès houiller, une argile schisteuse noire, et une argilolithe d'un bleu pâle, un peu effervescente, renfermant des parties blanches qui paraissent être des cristaux de feldspath en décomposition. Celle-ci présente des veines d'un rouge amarante. Au-dessus, se montre une couche de quelques pouces d'un poudingue à ciment rouge, qui est recouvert par une argilolithe d'un rouge amarante très-foncé, à cassure conchoïde très-unie, avec des taches circulaires d'un bleu pâle et des veines bleuâtres.

La pente du plateau qui porte la partie supérieure du bois offre des couches minces d'un grès un peu marneux, qui rappelle souvent le grès rouge alternant avec des argilolithes en partie rouges et bleuâtres.

Ce groupe de couches, qui est la partie supérieure du système des argilolithes avec rognons calcaires, est immédiatement surmonté par un grès fragmentaire appartenant incontestablement au grès rouge.

Terrain houiller recouvert par le grès rouge à stratification discordante.

Les argilolithes de la partie supérieure du terrain houiller sont plus complètes en b', ainsi qu'on vient de le voir, qu'elles ne le sont en b. Elles manquent quelquefois tout à fait. Le long du vallon, au-dessus de Triembach, le grès houiller est recouvert directement par le grès rouge, sans l'interposition des couches visibles en b et b'. Les cas où les couches b et b' existent entre le grès houiller et le grès rouge sont plutôt l'exception que la règle. Il paraît que, généralement, ces couches avaient été dégradées avant le dépôt du grès rouge. Cette circonstance, jointe à ce que ces couches ne se montrent nulle part le long de la ligne de superposition du grès rouge sur le terrain de transition, prouve que ces couches font bien réellement partie du terrain houiller, et non du grès rouge.

Le grès rouge repose ici à stratification discordante sur le terrain houiller, ainsi que nous l'avons déjà indiqué dans le chapitre V, pag. 411.

Dislocations qui affectent le terrain houiller.

Le terrain houiller des environs de Villé offre quelques dislocations : la figure 56, pag. 692, en représente quelques-unes. A Lalaye, on observe une suite de crains qui fait descendre les traces du terrain houiller du haut de la montagne jusqu'à 60 mètres au-dessous du sol du vallon[1]. Nous nous sommes occupés, d'une manière générale, de ces dislocations dans le chapitre V, pag. 386.

Pauvreté du terrain houiller des environs de Villé.

Le terrain houiller du bassin de Villé, comme ceux de Saint-Hippolyte et de Hury, est réellement très-pauvre en combustible, et n'est l'objet d'exploitations qu'en raison de la grande cherté du combustible dans la contrée. La petite couche de houille qu'on y exploite en quelques points paraît se trouver constamment vers la partie supérieure du système de couches de grès et d'argile schisteuse qui constitue la base du terrain. La houille dont cette couche est formée est grasse, mais tellement mêlée de schiste, qu'elle n'a que peu de valeur[2].

A l'exploitation voisine de Villé, cette couche est, en outre, très-pyriteuse, et, par suite, propre seulement au chauffage domestique.

Exploitations de Lalaye et de Bassemberg.

A Lalaye et à Bassemberg, on a poursuivi, pendant assez longtemps, une couche de houille de quelques pouces seulement d'épaisseur, et qui,

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 15.

[2] *Id.*, *ibid.*

cependant, a donné lieu à une exploitation avantageuse. La houille était sèche, mais assez pure, et produisait une forte chaleur [1]. Elle était accompagnée d'argile schisteuse noire impressionnée. Il ne paraît pas qu'on ait continué à exploiter dans deux galeries ouvertes au-dessus de Triembach, ni dans celle ouverte sur la montagne au N. E. d'Erlenbach. Les veines de combustible se sont, sans doute, trouvées trop minces.

Terrain houiller de la Hingrie.

Le terrain houiller de Lalaye se prolonge peut-être au S., au-dessous du massif de grès de l'Altenberg; car on connaît un affleurement houiller à la Hingrie (commune de l'Allemand Rombach), au pied occidental des montagnes que ce massif constitue.

Terrain houiller de Lubine.

On remarque aussi quelques affleurements charbonneux entre Lubine et Colroy, dans le département des Vosges; ils se trouvent à la jonction d'un schiste argileux vert, passant au gneiss, et du grès rouge. Dans la colline de Gros-Rain, il y a deux couches de houille faiblement inclinées à l'E. [2]. Peut-être le dépôt houiller de Lubine n'est-il que le commencement d'une série de dépôts houillers recouverts par les terrains secondaires des plaines de la Lorraine. Les liaisons qui peuvent exister entre ce dépôt et le grand dépôt houiller des environs de Sarrebruck, qui va maintenant nous occuper, ne pourraient encore être l'objet que de conjectures plus ou moins hasardées.

(E.) TERRAIN HOUILLER ÉTENDU AU PIED DU HUNDSRUCK.

BASSIN DE LA SARRE; BASSIN DE LA GLANE.

Étendue du terrain houiller le long du pied du Hundsruck.

Le terrain houiller s'étend, entre Sarrebruck et Kreutznack, sur un espace d'environ 25 lieues de long sur 4 à 7 de largeur, dont la carte géologique indique la forme allongée du N. E. au S. O., le long du pied méridional de la chaîne du Hundsruck. Étant situé en dehors du territoire français, ce terrain houiller ne fait pas, en lui-même, partie de notre sujet.

[1] Voltz, *Topographie minéralogique de l'Alsace*, pag. 15.

[2] Dietrich, *Description des gîtes de minerai, etc., de la Lorraine méridionale*, 5ᵉ partie, pag. 59 et 109.

Cependant, comme il est certain que les couches houillères des environs de Sarrebruck se perdent en plongeant sous le sol de la frontière française, et comme il ne serait pas impossible qu'elles se prolongeassent à une distance plus ou moins grande au-dessous du département de la Moselle, sans s'enfoncer à une profondeur inaccessible, nous ne pouvons omettre d'en dire ici quelques mots.

Le terrain houiller repose à stratification discordante sur le terrain de transition.

Ce terrain houiller, comme ceux de l'intérieur des Vosges, est circonscrit dans une dépression entourée de montagnes de transition et de montagnes de grès des Vosges. Ainsi que MM. d'Oeynhausen et de Dechen l'ont indiqué depuis longtemps, son gisement paraît être discordant avec celui des assises du terrain de transition[1]. Au pied du Hundsruck, on voit en divers lieux, et notamment à Nonnweiler, sur la route de Birkenfeld à Trèves, les couches du terrain houiller reposant à stratification complétement discordante sur les tranches des couches inclinées des quartzites dont la pente S. E. du Hundsruck est composée. Mais les couches qui recouvrent ainsi des protubérances quartzeuses ne semblent pas être les plus inférieures du système houiller qui entoure la base de ces protubérances. Ces dernières restent invisibles, et l'ensemble du système paraît être extrêmement épais. Il est composé de couches alternatives et nombreuses de grès houiller, souvent schistoïde, de poudingue, d'argile schisteuse et de houille. Il a été percé et bouleversé par des masses de porphyres rouges quartzifères et de mélaphyres, dont M. Steininger a publié récemment un tracé très-détaillé que nous nous sommes empressés d'adopter[2].

Il est recouvert par le grès des Vosges.

Percé et bouleversé par les porphyres et les mélaphyres.

La houille n'y est abondante que dans deux parties peu étendues.

Les couches de houille ne s'y trouvent que d'une manière, en quelque sorte, accidentelle. On n'y en connaît guère que dans deux parties assez restreintes de son étendue totale, que M. de Bonnard, dans son excellent travail sur ces contrées, a nommées, l'une le bassin de la Sarre, et l'autre le bassin de la Glane[3].

Bassin de la Glane.

Sur les bords de la Glane, le terrain houiller est principalement composé d'argile schisteuse contenant, mais en très-petit nombre, des impressions

[1] Von Oeynhausen, von Dechen und von Laroche, *Umrisse der Rheinländer*, tom. Ier, pag. 297.

[2] J. Steininger, *Geogn. Beschreibung des Landes zwischen der untern Saar und dem Rheine.*

[3] De Bonnard, *Notice géognostique sur la partie occidentale du Palatinat.* (*Annales des mines*, 1re série, tom. VI, pag. 505, 1821.)

végétales, et passant à un grès schisteux. La houille y est généralement sèche et de mauvaise qualité. Dans chacun des coteaux que forme le terrain houiller, on en rencontre seulement une ou deux petites couches de quelques pouces de puissance. Chaque couche de houille est presque toujours recouverte, et quelquefois divisée en deux lits, par une petite couche d'un calcaire d'un jaune sale ou d'un brun noirâtre, ou offrant divers mélanges de ces deux couleurs. Ce calcaire renferme parfois des mouches de zinc sulfuré. La houille est employée à cuire le calcaire pour en faire de la chaux, et ces deux substances, dont la réunion ne constitue encore qu'une assise très-peu épaisse, sont exploitées simultanément par un mode de travail nommé *krumm-hals-arbeit*, qui est cité avec raison comme un des plus grands exemples de la patience des mineurs, obligés de travailler constamment couchés sur le dos ou sur le côté, dans des chambres d'exploitation où ils peuvent à peine se traîner. Ce groupe de couches éprouve, près de Nieder-Eisenbach et d'Offenbach, des rejets produits par des failles, qui lui donnent l'apparence de se répéter plusieurs fois[1]. Vers la base du terrain, on remarque assez fréquemment, au milieu des schistes et des poudingues, des couches de calcaire compacte de couleur foncée.

Couches calcaires subordonnées.

Dans le même terrain, il existe des schistes marno-bitumineux souvent très-feuilletés, qui offrent quelquefois (à Munster-Appel) des empreintes de poissons (*palæoniscus Duvernoy* et *palæoniscus minutus*[2]), pénétrées de mercure sulfuré.

Poissons fossiles.

C'est dans ce système de couches que s'observent les gîtes de minerai de mercure de l'ancien Palatinat (Ober-Moschel, Moschel-Landsberg, Stahlberg).

Mines de mercure.

On voit qu'en dernière analyse le bassin de la Glane est extrêmement pauvre en combustibles fossiles. Le bassin de la Sarre est infiniment plus riche; c'est même un terrain houiller d'une richesse plus qu'ordinaire. Il se compose de couches nombreuses d'argile schisteuse, grisâtre et noirâtre, assez habituellement pyriteuse et même souvent alunifère, de grès et de poudingue, parmi lesquelles sont intercalées beaucoup de couches de

Bassin de la Sarre.

Sa richesse en combustible.

[1] J. Steininger, *Geogn. Beschreibung des Landes zwischen der untern Saar und dem Rheine*, pag. 70.

[2] Agassiz, *Recherches sur les poissons fossiles*, vol. II, tab. 7 et 8.

houille. A Duttweiler, on en connaît trente-deux, et, dans l'ensemble du bassin de Sarrebruck, on n'en compte pas moins de cent trois. Leur puissance varie ordinairement de $0^m,50$ à $3^m,30$. Un grand nombre sont négligées. L'exploitation ne porte que sur trente environ. Plusieurs peuvent être poursuivies sur une grande étendue. La couche dite *Blucher*, puissante de 4 mètres, est connue depuis Sarrebruck jusqu'à Neunkirchen.

Fer carbonaté lithoïde.

Les argiles schisteuses contiennent fréquemment des lits de rognons de fer carbonaté lithoïde, qui sont assez abondants et forment un très-bon minerai de fer qu'on exploite pour les hauts fourneaux en différents points, et particulièrement à Lebach. Dans cette dernière localité, ce même minerai se montre, non-seulement en rognons, mais en couches de $0^m,05$ à $0^m,10$ de puissance.

Schiste alumineux.

Dans quelques endroits, à Sultbach et à Duttweiler, l'argile schisteuse, peu consistante, est criblée de particules pyriteuses qui s'effleurissent à l'air, et elle constitue un schiste alumineux. Ce schiste est exploité, et alimente d'importantes fabriques de sulfate de fer, d'alun et d'autres produits chimiques.

Fire-clay.

On remarque aussi dans le terrain houiller, notamment à quelque distance de Sarrebruck, sur la route de Lebach, des couches d'une argile grise réfractaire, analogue au *fire-clay* de Stour-Bridge, près de Dudley. Cette argile grise est accompagnée d'argiles rougeâtres et bleuâtres, renfermant des lits de rognons de fer carbonaté et des veines de grès à grains fins, bleuâtres et rougeâtres, qui annoncent déjà les parties supérieures du terrain houiller.

Grès de couleur rouge, et couches calcaires dans les parties supérieures.

Entre les couches de houille les plus élevées, qui sont très-éloignées les unes des autres, on trouve des couches épaisses d'un grès de couleur rouge, qui forme, en outre, une masse puissante au-dessus des dernières couches de combustible. Ce grès alterne avec des argiles schisteuses et avec de petites couches de calcaire magnésifère. Il contient de plus, à Lebach et à Bœrschweiler, des couches entières de fer carbonaté lithoïde ayant de $0^m,05$ à $0^m,10$ de puissance. Ce minerai présente des empreintes de fougères pareilles à celles de la partie inférieure du terrain houiller, et des empreintes de poissons appartenant aux espèces *amblypterus macropterus* (Agass., vol. II, tab. 3), *amblypterus eupterygius* (vol. II, tab. 3), *amblyp-*

terus lateralis (vol. II, tab. 4), *amblypterus latus* (vol. II, tab. 4), *pygopterus lucius*, et peut-être à l'*acanthoides Bronnii* (vol. II, tab. 1).

Les couches supérieures du terrain houiller en font essentiellement partie.

Ces couches supérieures, étant parallèles au terrain houiller inférieur, et se liant à lui par les différentes circonstances qui viennent d'être indiquées, ne peuvent en être séparées. Elles offrent, sur une plus grande échelle, un phénomène analogue à celui que nous ont déjà présenté, dans leur partie supérieure, les bassins d'Autun et de Villé, et que nous présentera bientôt celui de Littry.

Les parties riches du bassin de Sarrebruck se prolongent peut-être au-dessous du territoire français.

Le dépôt houiller qui s'étend au pied du Hundsruck est beaucoup plus grand que la plupart de ceux qui peuvent lui être comparés sous le rapport de leur isolement et de leur mode probable de formation; et par suite, peut-être, de sa grandeur même, ou par toute autre cause, il est comparativement moins riche en houille qu'un grand nombre d'entre eux. Ainsi que nous l'avons déjà remarqué, les couches de combustible n'y sont nombreuses et puissantes que dans une fraction peu considérable de son étendue. Mais, comme c'est justement près de la frontière française que se trouvent les parties les plus riches en combustible, on peut raisonnablement espérer que les parties de ce même terrain qui pourraient exister et être accessibles aux travaux des hommes, au-dessous du territoire français, seraient susceptibles d'une assez grande valeur industrielle.

Nécessité d'étudier les allures des couches houillères de Sarrebruck.

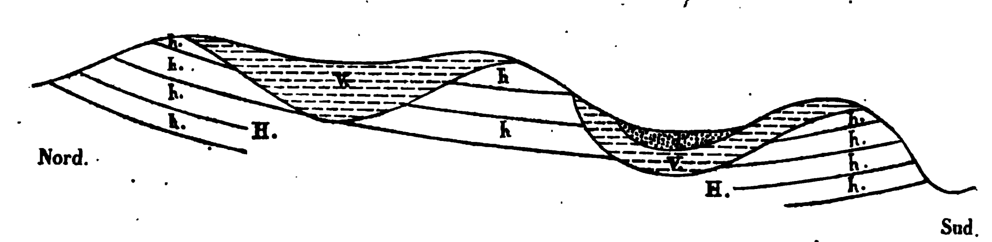
Les conjectures, plus ou moins probables, auxquelles on pourra se livrer à l'égard de cette prolongation, dépendront essentiellement des lois auxquelles sont assujetties les couches houillères de Sarrebruck, relativement à leurs directions, à leurs inclinaisons et à leur recouvrement par des dépôts plus récents.

Leur disposition générale.

La disposition générale des couches du terrain houiller de Sarrebruck présente peu d'accidents remarquables. Ces couches, dirigées de l'E. N. E. à l'O. S. O., plongent alternativement vers le N. et vers le S., comme l'indique la figure 58 ci-après, et comme on peut le voir avec plus de détail dans les planches 27 et 29 de l'Atlas de la richesse minérale par M. Héron de Villefosse, inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences; mais elles n'offrent pas, en général, ces changements brusques de direction et d'inclinaison caractérisés par le nom de *crochons*, que nous décrirons bientôt dans les terrains houillers des frontières de la Belgique.



Fig. 58.



Coupe transversale du terrain houiller de Sarrebruck.

H. Terrain houiller. — V. Grès des Vosges.
h, h, h... Couches de houille. — a. Terrain diluvien.

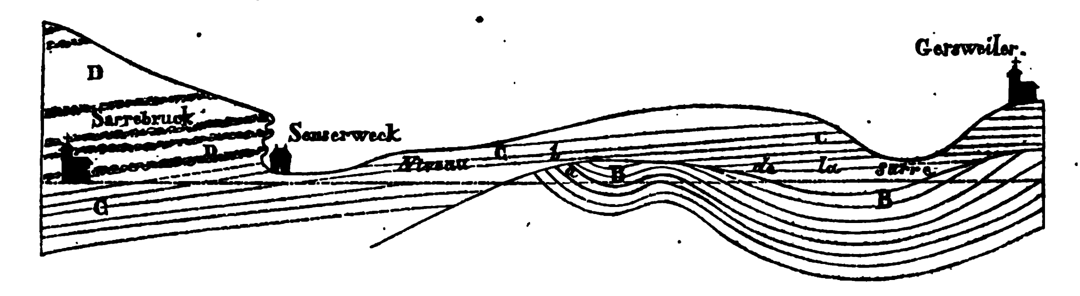
Les couches du terrain houiller de Sarrebruck ont cependant été soumises à des actions puissantes qui ont produit des failles et des crains, accompagnés de rétrécissements et de renflements dans les couches, de sorte qu'il est souvent difficile de reconnaître l'identité d'une même veine attaquée en plusieurs points. D'après les planches déjà citées de l'Atlas de la richesse minérale, plusieurs de ces failles sont dirigées vers le N. 20 à 30° O. Quelquefois, comme l'indique la figure 59 ci-contre, leur inclinaison devient assez considérable.

Dépôts plus modernes qui les couvrent en partie.

La figure précédente montre que la surface supérieure du terrain houiller est très-inégale ; et, dans les dépressions produites par la destruction des parties superficielles, se sont déposées des masses plus ou moins épaisses de grès des Vosges et de terrain diluvien, qui interrompent la continuité des couches et créent des obstacles à l'exploitation.

Ce grès des Vosges, dont les couches, sensiblement horizontales, remplissent les dépressions du terrain houiller, repose sur ce dernier à stratification complétement discordante, ainsi que le démontrent le diagramme ci-dessus et celui qui va suivre. Ce dernier fait voir la disposition des couches des deux terrains sur la rive gauche de la Sarre, depuis Sarrebruck jusqu'à Gersweiler.

Fig. 59.



La rive gauche de la Sarre, de Sarrebruck à Gersweiler.

B. Terrain houiller.
C. Couches inférieures du grès des Vosges, généralement friables.
D. Couches moyennes et supérieures du grès des Vosges, généralement solides, alternant avec des couches de poudingue.
a, b. Couches de houille affleurant sur les bords de la Sarre (chemin de Sarrebruck à Gersweiler).

La ville de Sarrebruck est située, comme on le voit dans le diagramme ci-dessus, au bord de la Sarre, entre des collines peu élevées de grès des Vosges. Les grès de ces collines se perdent au midi sous les assises de grès bigarré, de muschelkalk et de marnes irisées, qui constituent les plaines de la Lorraine. Au N., ces mêmes grès s'étendent, ainsi que le montre cette figure, sur les couches redressées du terrain houiller, et forment des collines qui bordent la partie non recouverte de ce dernier terrain houiller. Celui-ci commence à paraître au jour à peu de distance de la ville, et reste visible à la surface jusqu'à une très-petite distance du hameau de Schönecken, situé sur l'extrême frontière du territoire français, à une lieue O. N. O. de Sarrebruck.

Les couches houillères s'enfoncent sous le grès des Vosges, près du hameau de Schönecken.

Ce hameau est bâti sur les couches friables inférieures du grès des Vosges, qui affleurent dans le ravin situé au N. Les petits filons ferrugineux dont ces couches sont traversées prouvent que, quoique presque incohérentes, elles sont en place. On les distingue aussi très-bien sur le chemin qui conduit de Schönecken à une fontaine placée sur la frontière même, et on y trouve, en ce dernier point, un banc de poudingue dont les noyaux sont généralement quartzeux.

Dans le hameau de Schönecken, on a ouvert, il y a quelques années, un

puits pour parvenir jusqu'aux couches de houille, qui, paraissant au jour sur le territoire prussien, plongent de manière à venir passer au-dessous du hameau. Les déblais retirés de l'excavation semblent provenir tous du grès des Vosges inférieur. Les travaux de l'approfondissement de ce puits ayant été suspendus pendant quelque temps, on y a percé un trou de sonde qui a atteint le terrain houiller et pénétré plusieurs petites couches de houille. Il est donc démontré que le grès des Vosges repose, à Schönecken même, sur le terrain houiller.

Elles existent aux environs de ce hameau.

Extension du grès des Vosges vers Forbach, Creutzwald, Dalheim, etc.

Les mêmes couches de grès friable qui recouvrent le terrain houiller à Schönecken constituent le sol des plaines qui, de Schönecken, s'étendent vers le S. E., le S. et le S. O., et notamment de celle qu'on traverse pour aller de Schönecken à Forbach. Elles composent aussi les parties inférieures et moyennes des collines qui s'élèvent au S. et au S. E. de Forbach. Le vieux château de Forbach est bâti sur un monticule formé par les couches moyennes de la formation du grès des Vosges. Elles y sont, comme à l'ordinaire, assez solides, coupées par de petits filons ferrugineux, et contiennent, quoique en petite quantité, des galets de quartz rougeâtre et de quartz blanc.

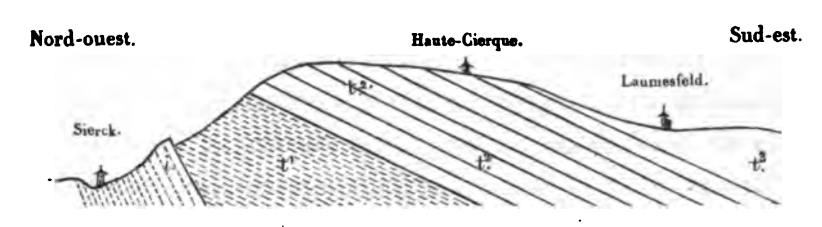
Creutzwald, village situé à trois lieues au S. de Sarrelouis, est connu par les mines de fer qui s'exploitent dans ses environs. Le terrain y est formé par des couches d'un grès friable, ou plutôt d'un sable presque incohérent, tantôt rougeâtres, tantôt jaunâtres, dépourvues de galets arrondis, qui appartiennent à la partie inférieure du grès des Vosges. Ces couches sont traversées, comme l'est, en général, toute la masse de cette formation, par un grand nombre de petits filons, dans lesquels les grains quartzeux du grès se trouvent fortement agglutinés par un ciment très-abondant de fer hydraté. En quelques points, ces petits filons deviennent assez nombreux et assez riches pour être exploités comme minerai de fer, soit dans les dépôts formés par lavage naturel qui couvrent quelques points de la surface du sol, soit en place.

En allant de Creutzwald à Dalheim, village situé à une lieue plus à l'O., on marche constamment sur diverses couches de la formation du grès des Vosges. Près du moulin de Flack, on voit des rochers formés par des couches, légèrement inclinées vers l'O., d'un grès quartzeux rougeâtre, contenant des galets arrondis de quartz blanc ou rougeâtre, qui appartiennent

à la partie moyenne du grès des Vosges. Elles reposent immédiatement sur les couches friables citées plus haut, qui pourraient elles-mêmes reposer sur le terrain houiller.

En s'avançant encore de quelques lieues vers l'O., par-dessus les collines de grès bigarré, de muschelkalk et de marnes irisées, qui recouvrent les grès des Vosges, on aperçoit, sur les bords de la Moselle, près de sa sortie du territoire français, des proéminences escarpées, formées par des roches quartzeuses *i*, dont la figure ci-dessous indique la disposition, et sur lesquelles sont bâtis la petite ville et le vieux château de Sierck.

Fig. 60.



Coupe des environs de Sierck.

i. Roches quartzeuses.
t¹. Grès bigarré.
t². Muschelkalk.
t³. Marnes irisées.

Environs de Sierck. Roches quartzeuses

Les roches quartzeuses de transition, *i*, forment, à peu de distance de Sierck, des collines d'une certaine élévation, dans les flancs desquelles sont ouvertes de nombreuses carrières de pavés, de dalles, etc. Ces roches sont composées d'un grès quartzeux un peu micacé, à ciment quartzeux, qui adhère si bien aux grains qu'il les rend souvent presque indistincts et fait alors passer la roche au quartz compacte. La couleur est un rouge violacé, mêlé de taches d'un blanc bleuâtre. Les plans de séparation des couches ou des feuillets sont couverts de mica d'un rouge pâle et violacé. Quelques couches se réduisent à des espèces d'amandes de grès quartzeux, enveloppées dans une sorte d'argile schisteuse rouge, micacée; mais elles sont, en général, plus ou moins schisteuses.

Les couches de ces roches quartzeuses sont dirigées moyennement du N. E. au S. O., et plongent, vers le S. E., sous un angle qui varie de 20 à 40°. D'après cela, elles se trouvent à peu près, quant à la direction, dans le

prolongement des couches de roches quartzeuses qu'on voit dans la partie la plus rapprochée du Hundsruck, près de Mettlach, et qui se continuent tout le long de cette chaîne et même dans celle de Taunus, sur la rive droite du Rhin. Elles sont en même temps identiques avec les quartzites du Hundsruck, sous le rapport de leur composition On peut donc regarder comme certain qu'elles n'en sont que la continuation.

Elles sont la continuation de celles du Hundsruck.

Le terrain houiller pourrait exister à leur base.

Comme le terrain houiller borde le pied du *Hundsruck*, en reposant à stratification discordante sur les couches qui le composent, il ne serait pas impossible qu'on le retrouvât au pied de la colline de quartzite de Sierck, après avoir percé le muschelkalk et le grès bigarré qui entourent cette colline, et probablement aussi le grès des Vosges. Cette circonstance peut donner l'espérance de voir le terrain houiller s'étendre sous une portion notable du département de la Moselle, et il y aurait peut-être lieu d'y faire des recherches par la voie du sondage, non dans une seule localité, restreinte comme celle de Schönecken, mais en les dispersant sur l'espace compris entre Sarrebruck, Metz et Sierck, suivant une combinaison basée sur l'allure connue des couches houillères dans l'ensemble du bassin de Sarrebruck.

Étendue possible du terrain houiller de Sarrebruck au-dessous des terrains secondaires de l'intérieur de la France.

Il serait impossible, quant à présent, de deviner jusqu'à quelle distance le terrain houiller de Sarrebruck se prolonge au-dessous des terrains secondaires du département de la Moselle sous lesquels il s'enfonce. Il est, toutefois, naturel de penser qu'il s'y termine à une distance plus ou moins rapprochée. Ainsi que M. de Bonnard l'a remarqué depuis longtemps[1], la direction prolongée du bassin houiller de Sarrebruck conduirait vers les collines de roches primitives du département des Deux-Sèvres, et, comme le terrain houiller ne reparaît pas à leur base orientale, il est présumable qu'il doit se terminer dans l'intervalle et longtemps avant d'atteindre le massif granitique de la Vendée.

Le terrain houiller ne se trouve probablement au-dessous de ces terrains qu'en bassins discontinus.

Mais peut-être le terrain houiller de Sarrebruck est-il lié à ceux de l'O. de la France par une série d'autres bassins houillers cachés au-dessous des terrains secondaires plus modernes. Les relations que nous avons indiquées ci-dessus dans la composition des parties supérieures des terrains houillers d'Autun, de Villé, de Sarrebruck et de Littry, semblent démontrer que, bien que ces quatre bassins fussent, sans doute, discontinus, le terrain houiller doit s'y être déposé sous l'empire de circonstances analogues.

[1] De Bonnard, *Journal des mines*, tom. XXVI, pag. 419, 1809.

Le vaste bassin houiller qui s'étend au pied du Hundsruck devait, aussi bien que les petits bassins des Vosges et de l'intérieur de la France, être complétement séparé de la mer, dont on peut dire qu'on n'y trouve aucuns produits, car les poissons que nous avons cités n'étaient pas plus exclusivement marins que ne le sont les esturgeons, les aloses, les saumons, etc. Ces quatre bassins étaient probablement isolés les uns des autres par des espaces découverts, mais sur lesquels serpentaient des cours d'eau. Deviner le genre de connexion que ces cours d'eau pouvaient établir, lors de leur remplissage, entre les bassins houillers dont nous parlons, serait un problème d'un haut intérêt pour la partie de la géologie la plus directement applicable à l'industrie. La même question s'applique à toute la surface des terrains primitifs qui s'étend, au-dessous du bassin de la France septentrionale, depuis les Vosges jusqu'au massif de la Bretagne et de la Vendée. C'est pour mieux fixer l'attention sur cette importante question que nous plaçons les terrains houillers de la Vendée et de la Bretagne immédiatement après ceux de l'E. de la France, malgré la distance qui les sépare.

Questions à résoudre relativement à ces bassins.

(F.) TERRAINS HOUILLERS QUI S'APPUIENT SUR LES MONTAGNES ANCIENNES DE L'OUEST DE LA FRANCE.

L'ouest de la France est très-peu riche en terrain houiller. Un seul, celui de la Vendée, occupe une surface considérable et paraît recéler des couches de houille assez puissantes. Jusqu'à présent le défaut de communications en a rendu l'exploitation peu importante.

Parmi les bassins houillers en connexion avec les montagnes de l'ouest de la France, deux, les bassins de Quimper et de Saint-Pierre-la-Cour, sont enclavés au milieu même des terrains anciens. Les autres, au nombre de trois, placés sur la limite des terrains anciens ou des terrains de transition, sont recouverts par les terrains secondaires.

Nous commencerons par l'étude du terrain houiller des environs de Vouvant; nous décrirons les autres en marchant du S. au N.

TERRAIN HOUILLER DE LA VENDÉE.

Sur la pente S. des montagnes granitiques de la Vendée, un peu avant le commencement de la plaine, il existe une dépression longitudinale, ana-

89.



logue, de loin, à celle d'un lac. Cette dépression, qui a près de 15 lieues de long, s'étend de Saint-Laurs (Deux-Sèvres) aux Essarts (arrondissement de Bourbon-Vendée), dans une direction constante du S. E. au N. O. Elle est formée, sur la plus grande partie de sa longueur, par des calcaires jurassiques; mais, à ses deux extrémités, à Vouvant et à Chantonay, le terrain houiller surgit de dessous le calcaire, et se relève sur les roches de gneiss qui composent partout les digues du lac que nous venons de mentionner.

Relation entre le bassin de Vouvant et celui de Chantonay.

La forme générale du bassin secondaire, la nature des roches qui accompagnent la houille, la direction et l'inclinaison des couches, sont autant de circonstances qui portent à penser que les terrains houillers de Vouvant et de Chantonay appartiennent à un même dépôt et qu'ils font continuité l'un à l'autre. Une seule observation pourrait faire naître quelques doutes sur cette présomption, c'est que, dans les exploitations de Vouvant, on connaît sept couches de houille bien distinctes, tandis que les affleurements observés à Chantonay n'en indiquent que quatre dans cette seconde partie du terrain houiller. Mais cette objection est de peu de valeur, quand on examine avec soin les localités, attendu que la bande houillère est fort étroite entre Saint-Philbert et la Marzelle, et qu'il est possible que plusieurs couches de combustible se trouvent ainsi recouvertes et cachées à la vue par les calcaires supérieurs. Si des travaux ouverts entre Chantonay et Vouvant venaient à déceler la présence de la houille, la présomption que nous avons émise serait changée en certitude, et le bassin houiller de la Vendée, si important par sa position géographique, le deviendrait également par son étendue.

Terrain houiller de Chantonay.

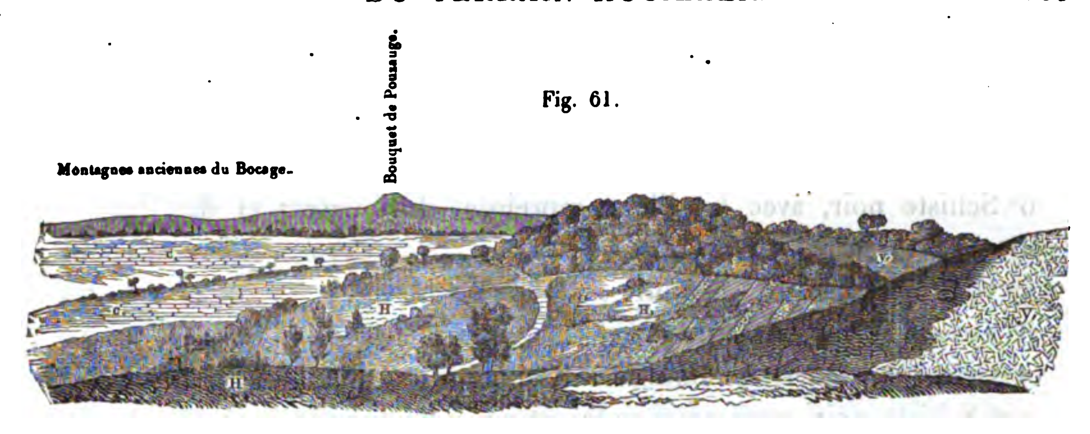
A Chantonay[1], le terrain houiller forme une bande étroite qui repose sur les tranches du schiste micacé dans lequel coulent les deux Lays. Les couches plongent vers le N., c'est-à-dire sous le calcaire qui remplit la dépression que nous avons signalée. Le terrain houiller atteint à peu près la même hauteur que les roches schisteuses sur lesquelles il s'appuie. Le dessin ci-après donne une idée générale de la disposition de ce petit bassin.

Le terrain houiller de Chantonay est composé principalement de grès. Quelquefois cette roche est à gros grains : elle passe alors au poudingue.

[1] Trois concessions ont été instituées dans ce bassin, sous les noms de Faymoreau, la Bouffrie et Puyrinsart. Les deux premières sont contiguës; mais la seconde est séparée de la troisième par un espace non encore concédé. La surface qu'elles occupent ensemble est de 1,532 hectares.



Fig. 61.



Vue générale du terrain houiller de Chantonay.

y. Gneiss et schiste micacé.
c. Calcaire jurassique.
H. Terrain houiller.

Les travaux de recherche entrepris depuis quelques années ont fait reconnaître, dans le bassin de Chantonay, cinq couches de houille plongeant de 70 à 75° vers le N. E. Huit tranchées, ayant ensemble un développement de 594 mètres, ont recoupé le terrain houiller en différents points, et ont permis de déterminer la position et la direction de chaque couche de charbon.

Trois de ces couches ont été reconnues dans toute la longueur du bassin : ce sont les n°s 1, 2, 3. Les couches 4 et 5 ne l'ont été qu'au Temple et à la Mourière, points où le bassin a le plus de largeur[1].

Le puits situé près de la Mourière a été ouvert dans le banc de grès renfermant la couche de houille sur laquelle avaient eu lieu les anciens travaux, qui remontent à 1750. Cette couche, fort irrégulière, est formée d'amas successifs de charbon disséminés entre deux couches de grès. A la profondeur de 24^{m}, on a fait un coupement, qui a traversé deux autres couches de houille et fait connaître la succession suivante des roches : Succession des couches du terrain de Chantonay.

1° Grès à grains moyens, très-dur.	2^{m},10
2° Schiste gris.	0 ,60
A REPORTER. . . .	2 ,70

[1]. Ces détails sur Chantonay sont extraits du *Journal de voyage* de M. Cacarié, élève-ingénieur des mines, chargé de l'exécution de la carte géologique du département des Deux-Sèvres.

Report.....	2^m,70
3° Grès à grains moyens, désagrégé........................	2 ,30
4° Schiste gris....................................	1 ,00
5° Grès à grains fins, très-dur........................	1 ,10
6° Schiste noir, avec houille, empreintes de fougères et de prêles (*couche n° 2*)...........................	1 ,45
7° Grès à grains fins, très-dur........................	0 ,70
8° Grès à grains fins, désagrégé........................	2 ,20
9° Grès avec débris de houille........................	0 ,60
10° Schiste noir, avec empreintes et amas de houille (*couche n° 1*)..	2 ,00

A cette distance, au lieu de continuer la galerie, on a pratiqué un sondage horizontal, qui a donné un prolongement de cette coupe.

La première roche qu'on a percée est un schiste noir faisant partie de la couche n° 10..............................	1 ,66
11° Schiste gris....................................	0 ,50
12° Grès très-dur....................................	0 ,60
13° Grès à grains fins, désagrégé........................	3 ,00
14° Grès à grains moyens........................	1 ,16
15° Schiste gris....................................	2 ,00
16° Grès à grains fins, désagrégé, avec houille (*couche n° 3*)...	1 ,60
17° Schiste gris....................................	1 ,60
18° Grès très-dur....................................	2 ,15
	28 ,32

Les trois couches reconnues par les recherches précédentes sont presque stériles. La couche n° 5 paraît être la plus riche du bassin de Chantonay. Des travaux exécutés sur cette couche, à 150 mètres au S. E. du village du Temple, ont appris que sa puissance moyenne est de 1^m,55, divisée en trois parties par des bancs de schiste argileux, disposés ainsi :

Nature de la houille de Chantonay.

1° Houille très-pure et dure, pouvant fournir près de moitié en gros charbon..	0^m,44
2° Schiste..	0 ,16
A reporter.....	0 ,60

Report......	0m,60
3° Houille plus ou moins mélangée de schiste, ne donnant que du menu....................................	0 ,35
4° Schiste..	0 ,25
5° Houille pareille à la précédente..........................	0 ,35
	1 ,55

Cette couche, quoique la plus importante du bassin de Chantonay, ne donne que de la houille de qualité inférieure. Toutefois, malgré son impureté, elle peut rendre de grands services au pays en fournissant de la chaux à l'agriculture, et l'exemple de ce qui est arrivé dans le département de la Mayenne, par l'emploi de cet engrais puissant qui a triplé le prix des terres de cette partie de la Bretagne, fait espérer que l'on obtiendra des résultats analogues en mélangeant de la chaux aux terres froides de la Vendée.

Terrain houiller de Vouvant.

A Vouvant, le terrain houiller marche, comme nous avons déjà eu l'occasion de le remarquer, du S. E. au N. O., et forme une bande étroite dont la plus grande longueur atteint à peine 1,500 mètres, et qui, un peu à l'O. de Vouvant, se resserre jusqu'à n'en avoir que 300. A ses deux extrémités, vers Faymoreau et près de Vouvant, le terrain houiller est relevé, même à la surface, de manière à former le fond de bateau; au centre du bassin, à la hauteur de Puy-de-Serre, les couches sont appuyées sur le terrain schisteux, et le relèvement qui a lieu dans la profondeur montre que la disposition en fond de bateau est générale. A l'extrémité N. O., on n'observe pas, il est vrai, le relèvement des couches; mais elles s'enfoncent, de la manière la plus évidente, sous le calcaire qui constitue le grand lac, et le redressement des couches peut avoir lieu plus loin.

Nombre des couches de houille.

Les couches de houille reconnues dans le bassin de Vouvant sont, ainsi que nous l'avons déjà dit ci-dessus, au nombre de sept. La plus importante, sous le rapport de la régularité, de la nature du charbon et de sa puissance, est la troisième, qui a une épaisseur moyenne de 2 mètres.

La coupe suivante, que nous empruntons au beau travail de M. Fournel [1] sur l'étude des terrains houillers de la Vendée, fait connaître la succession

[1] *Étude des gîtes houillers et métallifères du Bocage vendéen*, faite, en 1834 et 1835, par M. Henry Fournel, ingénieur des mines pag. 80.



générale des couches du terrain houiller de Vouvant, ainsi que la position relative des sept couches de houille reconnues.

Cette coupe est prise à partir de la Blanchardière, point où le schiste houiller repose sur le schiste talqueux.

Succession des couches dans le bassin de Vouvant.

« 1° La couche qui recouvre immédiatement la roche ancienne est un grès noirâtre, très-siliceux, contenant des galets quartzeux et parsemé de pyrites 0m,30

« 2° Argile grise . . . . 0 ,30

« 3° Houille (*couche n° 1*) . . . . 0 ,60

« 4° Schiste bitumineux à feuillets contournés, contenant, à la partie supérieure, une grande quantité de boules légères de schiste décolorant, et, à la partie inférieure, des rognons de fer carbonaté . . . . 21 ,00

« 5° Banc de grès gris noirâtre, à grains moyens, contenant de rares empreintes de fougères . . . . 2 ,00

« 6° Houille schisteuse (*couche n° 2*) . . . . 0 ,60

« 7° Grès noirâtre à grains moyens, imprégné de caoutchouc minéral, et contenant quelquefois des feuillets minces de cette substance . . . . 1 ,50

« 8° Houille (*couche n° 3*). Cette couche se subdivise en deux parties différentes : l'une donne de la houille grasse; l'autre, de la houille sèche, bonne pour la grille . . . . 2 ,00

« 9° Schiste noir, couvert d'empreintes de *sigillaria Candollii*. Il contient des rognons de fer carbonaté, dont quelques-uns ont plusieurs pieds cubes . . . . 1 ,30

« 10° Poudingue feldspathique, empâtant des galets de quartz et de lydienne, auxquels succèdent des bancs d'un grès roussâtre. Ce grès se désagrége, et la surface du sol est couverte de galets qui proviennent de sa destruction . . . . 100 ,00

« 11° Argile schisteuse, très-compacte, contenant du fer carbonaté . . . . 0 ,50

« 12° Houille (*couche n° 4*) . . . . 1 ,00

« 13° Schiste à empreintes et à rognons de fer carbonaté . . . . 0 ,60

A REPORTER . . . . 131 ,70

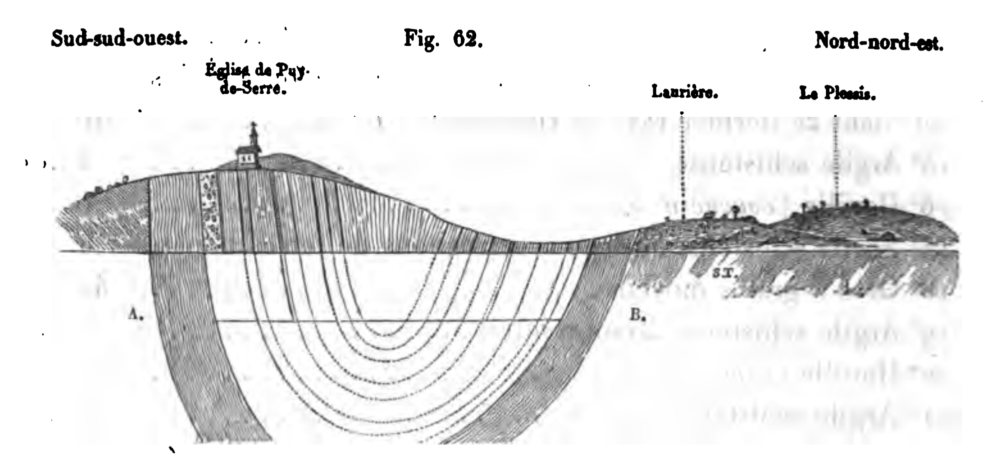
REPORT...	131m,70
« 14° Grès à grains moyens, très-micacé, quelquefois à grains fins, et, dans ce dernier cas, de couleur jaunâtre...........	90 ,00
« 15° Argile schisteuse..................................	1 ,00
« 16° Houille (*couche n° 5*)............................	0 ,90
« 17° Argile schisteuse, grise, avec rognons de fer carbonaté	1 ,00
« 18° Grès à grains moyens...............................	40 ,00
« 19° Argile schisteuse à empreintes.....................	0 ,50
« 20° Houille (*couche n° 6*)............................	1 ,70
« 21° Argile schisteuse..................................	1 ,00
« 22° Grès à grains moyens, très-dur.....................	35 ,00
« 23° Argile schisteuse à empreintes.....................	1 ,00
« 24° Houille (*couche n° 7*)............................	0 ,60
« 25° Grès...	350 ,00
	654 ,40 »

Tous ces bancs se succèdent jusqu'à la rencontre du toit de la septième couche, qui se relève sur le versant S. O. du bassin; puis on retrouve, dans un ordre inverse, la même succession de couches et de roches.

Il est à observer que, sur une épaisseur de 654 mètres, il y a plus de 600 mètres de grès. Cette roche est donc, comme dans la plupart des bassins, la roche dominante.

La coupe suivante, empruntée également à l'ouvrage de M. Fournel, indique la position des différentes couches de houille du bassin de Vouvant. On remarquera qu'elles se représentent toutes sept aux deux extrémités de cette coupe, mais dans un ordre inverse. Cette disposition montre qu'elles doivent se replier et former le fond du bateau dans la profondeur; circonstance que l'on a indiquée dans le dessin. Du reste, les travaux n'ont pas encore fait reconnaître la partie inférieure du pli, et la forme que nous lui donnons est celle que l'on peut présumer d'après l'inclinaison des couches, tant vers le N. que vers le S.

Fig. 62.



Coupe du terrain houiller de Vouvant, prise du N. N. E. au S. S. O., vers le milieu du bassin.

S. T. Schiste talqueux.
H. Terrain houiller.
A B. Ligne indiquant la limite des recherches.

La houille de Faymoreau n'est pas de première qualité; elle est propre au chauffage des chaudières et à la forge. M. Fournel croit qu'une partie de la couche nº 3 pourrait, en outre, être employée à la fabrication du coke.

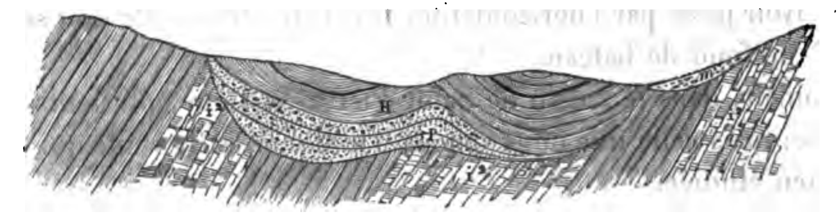
BASSIN DE SAINT-PIERRE-LA-COUR.

Le département de la Mayenne, si riche en mines d'anthracite, possède également un petit bassin houiller à Saint-Pierre-la-Cour, près de Laval. Outre l'avantage industriel qui résulte, pour la contrée, d'un combustible propre à la forge, la présence de la houille à Saint-Pierre-la-Cour est un fait géologique plein d'intérêt; elle établit une différence prononcée entre le terrain anthraxifère et le terrain houiller, ce dernier reposant à stratification discordante sur les couches de calcaire compacte alternant avec le schiste à anthracite.

Le terrain houiller de Saint-Pierre-la-Cour[1] est déposé dans une dépression du terrain de transition. Il occupe environ 2 kilomètres carrés, et il se compose, pour ainsi dire, de deux bassins différents, qui ont donné lieu à deux exploitations distinctes, les Germandières et l'Embûche. La première est de beaucoup la plus importante. La figure ci-après montre la disposition de ces deux petits bassins, ainsi que la position transgressive du terrain houiller sur les couches de calcaire silurien.

[1] Une seule concession, portant le nom de Saint-Pierre-la-Cour, a été instituée dans ce bassin. Elle occupe une surface de 1,539 hectares.

Fig. 63.



Coupe du terrain houiller de Saint-Pierre-la-Cour.

i². Terrain silurien. P. Poudingue de ce terrain.
H. Terrain houiller. m. Terrain tertiaire.

La partie inférieure du terrain houiller de Saint-Pierre-la-Cour est formée par une couche de poudingue, dont les fragments sont principalement de schiste argileux analogue à celui du terrain silurien. Des couches de grès à grains fins, dans lesquels le quartz et le mica dominent, recouvrent le poudingue. Ces grès alternent avec des argiles schisteuses plus ou moins dures et plus ou moins micacées, qui renferment une grande quantité d'empreintes végétales et principalement de fougères, caractéristiques du terrain houiller. La couche de charbon exploitée est au milieu de ces schistes à impressions, et est accompagnée de quelques rognons rares de fer carbonaté.

Superposition du terrain houiller sur le terrain de transition.

Le poudingue, situé à la base du terrain de Saint-Pierre-la-Cour, repose immédiatement sur le calcaire, et un puits qui a traversé complétement le poudingue a été prolongé jusqu'à cette roche. En s'éloignant un peu du calcaire, soit qu'on se dirige vers le N. ou vers le midi, on retrouve les schistes argileux anthraxifères, et même le grès blanc s'appuyant sur la partie inférieure du terrain silurien. Quelques veines d'anthracite, trop irrégulières, il est vrai, pour être susceptibles d'exploitation, existent dans ce grès, et montrent, ainsi que nous l'avons annoncé plus haut, que la houille de Saint-Pierre-la-Cour et l'anthracite de Sablé appartiennent à deux formations distinctes.

On exploite dans ce moment, aux Germandières, une couche régulière de 1^{m},30 de puissance, mais qui produit seulement 60 à 65 centimètres de houille, ses parties extérieures étant très-mélangées de schiste. Cette couche s'enfonce sous un angle qui est de 35° au jour, et qui diminue graduellement à mesure que les travaux s'approfondissent. A 192 mètres,

l'inclinaison n'est plus que de 25 degrés. Cette circonstance fait présumer qu'après avoir passé par l'horizontalité, la couche de houille doit se relever en forme de fond de bateau.

On connaît, dans le bassin de Saint-Pierre-la-Cour, plusieurs couches de houille; mais celle que nous venons d'indiquer est la seule qui jusqu'ici ait été bien étudiée.

TERRAIN HOUILLER DE QUIMPER.

Le terrain houiller constitue, aux environs de Quimper, trois petits lambeaux différents et isolés. L'un, aux portes mêmes de la ville, est enclavé, pour la majeure partie, dans la vallée de l'Oder. Le second, désigné sous le nom de bassin de *Kergogne*, est situé à 3 kilomètres et au N. O. de la ville de Quimper[1]. Enfin le troisième existe dans la langue de terre terminée par la pointe du Raz, à 3 lieues à l'O. du bourg de Pont-Croix. Il occupe le fond d'une petite vallée située au S. du village de *Cleden*, qui lui a donné son nom. Ce lambeau est devenu, dans ces derniers temps, l'objet de quelques travaux de recherche, qui ont constaté l'existence du terrain houiller, mais qui, jusqu'à présent, ont été entièrement stériles.

Le terrain houiller de Quimper forme une ellipse allongée[2], dont le grand axe, dirigé de l'E. à l'O., a 4,890 mètres de long, et dont le petit axe atteint à peine 600 mètres. Il est limité à l'O., au S. et au S. E., par un pétrosilex qui se rattache au porphyre quartzifère. Au N. et au N. E., il est bordé par le granite.

Bassin de Quimper.

Les roches qui composent ce terrain houiller sont des poudingues, des grès à gros grains, des schistes houillers, dont quelques-uns sont recouverts d'un enduit talqueux, et des schistes argilo-bitumineux. Les poudingues se montrent en assises puissantes dans le bois de l'Hôpital, constituant la partie la plus accidentée de la formation. Les grès forment, dans la pro-

[1] Deux concessions, celle de Quimper et celle de Kergogne, ayant ensemble une surface de 567 hectares, ont été formées sur ces petits bassins. Les espérances que les recherches avaient fait concevoir, lorsque le Gouvernement a accordé ces concessions, ne se sont point encore réalisées.

[2] Cette description est extraite du Mémoire que M. Lefébure de Fourcy, ingénieur des mines, a joint à la carte géologique du Finistère, qu'il a exécutée par ordre de l'administration des mines.

fondeur, des couches puissantes alternant avec les schistes houillers. Jusqu'à présent les recherches faites à Quimper ont été sans succès; on n'a trouvé que quelques veines de charbon minces et sans continuité. Du reste, la nature des roches, et surtout celle des empreintes végétales, ne peuvent laisser aucun doute sur l'existence du terrain houiller à Quimper.

Le meilleur exemple que nous puissions donner de ce terrain houiller est la coupe fournie par le puits Cuzon, qui a atteint la profondeur de 157 mètres. Elle fait connaître l'épaisseur de ses principales couches, ainsi que leur position relative. Nous transcrivons cette coupe d'après la description que de M. de Fourcy en a donnée dans son travail géologique sur le département du Finistère. Elle est prise de bas en haut.

Succession des couches.

Schiste houiller, avec rudiments de grès houiller et veinules de houille disposées dans le sens de la stratification	30^{m},10
Schiste houiller, luisant et talqueux	7 ,50
Schiste houiller, avec nombreuses empreintes végétales : il est gris et micacé	19 ,50
Schiste houiller, avec rudiments de grès et de houille	10 ,00
Grès avec chaux carbonatée	5 ,00
Schiste houiller alternant avec des grès houillers, et surtout avec des schistes d'apparence talqueuse	31 ,50
Argile bitumineuse, avec blocs de serpentine, alternant, à sa partie inférieure, avec des grès et des schistes talqueux	23 ,50
Grès houiller	1 ,00
Schiste houiller et schiste talqueux	4 ,50
Grès et schiste houiller, avec veinules de houille et empreintes végétales	5 ,90
Schiste, grès houiller et poudingue, alternant ensemble et contenant des rudiments de houille	14 ,50
Alluvion	4 ,00
	157 ,00

Les couches du terrain houiller de Quimper sont dirigées de l'E. à l'O. suivant l'allongement du bassin. Elles plongent depuis 20 degrés jusqu'à 80 vers le S.

Bassin de Kergogne.

Le bassin houiller de Kergogne est extrêmement tourmenté. Sa forme,



qui est très-irrégulière, est allongée du N. O. au S. E. Sa plus grande longueur est de 2,900 mètres, et sa moindre largeur de 200. Il est limité à l'E. et au S. par le granite; à l'E. et au S. O., il s'appuie sur des schistes talqueux. La composition de ce terrain houiller est analogue à celle du terrain de Quimper; seulement le poudingue qu'on y observe est à éléments beaucoup plus gros. On y trouve des blocs de granite très-volumineux et entièrement semblables aux granites qui bordent la formation houillère. Cet accident a fait croire, en plusieurs points, qu'on était arrivé au fond du bassin.

Les recherches entreprises sur les bassins houillers de Quimper et de Kergogne ont prouvé qu'ils étaient entièrement distincts l'un de l'autre : toutefois il n'en a pas toujours été ainsi. Ces deux bassins ont dû appartenir au même dépôt; mais ils ont été séparés par l'apparition au jour des roches amphiboliques, qui forment une arête saillante à la limite commune des deux bassins. Le plongement général des couches du terrain houiller de Quimper vers le S., et les dislocations que présente celui de Kergogne, nous conduisent à adopter cette opinion.

TERRAIN HOUILLER ENTRE COUTANCES ET BAYEUX.

Le terrain houiller forme, en Normandie, deux lambeaux[1] peu considérables, enclavés dans des dépressions du terrain de transition et recouverts par une nappe de grès bigarré. L'un d'eux a donné naissance à la mine de Littry, près Bayeux, exploitée depuis bientôt un siècle. Le second, situé au Plessis, paraît avoir été connu dès l'année 1793; mais son exploitation est encore récente. M. Hérault, qui a publié, dans les *Annales des mines*, des détails fort intéressants sur la première de ces mines, suppose que le terrain houiller du Plessis appartient au même bassin que celui de Littry. La nature des roches composant ces deux dépôts houillers, l'analogie de puissance et d'allure de la couche que l'on y exploite, et la qualité même du charbon, semblent, en effet, l'indiquer; mais la raison principale, c'est que des recherches très-anciennes faites à Moon, point intermédiaire entre Littry et le Plessis, ont appris que le terrain houiller existait dans cette localité.

Mine du Plessis.

La mine du Plessis renferme deux couches de houille, placées au mi-

[1] Chacun de ces bassins houillers a donné lieu à une concession.

Celle de Littry, qui remonte à l'an XIII, s'étend sur une surface de 11,586 hectares.

La concession du Plessis occupe une surface de 4,761 hectares.



lieu des argiles schisteuses, et distantes l'une de l'autre d'environ 13 mètres. La couche supérieure, qui, jusqu'à ce jour, n'a pas encore été mise à profit, présente une épaisseur d'environ 1 mètre. L'inférieure a $1^m,80$ de puissance; elle se compose, comme celle de Littry, dont nous parlerons dans quelques lignes, de plusieurs lits différents. Les couches du Plessis ne sont pas horizontales; elles sont brisées dans plusieurs directions : circonstance qui apporte beaucoup de difficulté à leur exploitation. Ces dérangements des couches paraissent en relation avec la présence d'une masse considérable de porphyre, que l'on a trouvée dans les travaux souterrains et qui forme même un mamelon à la surface du sol. La houille du Plessis est maigre et ne peut, en général, servir qu'à la cuisson de la chaux et de la brique. Cependant cette mine peut fournir une légère proportion de charbon de forge.

Les couches du terrain houiller de Littry sont horizontales ou légèrement inclinées vers le N. Leur direction générale est de l'E. à l'O. Elles sont déposées dans plusieurs dépressions du terrain silurien. Deux d'entre elles sont assez prononcées pour avoir divisé ce petit lambeau en deux bassins distincts. Le plus anciennement connu, et qui a donné lieu à ce qu'on appelle l'ancienne exploitation, présente la forme d'une ellipse dont le grand axe est d'environ 1,000 mètres et le petit de 760. Le second bassin est séparé du premier par un serrement de 165 mètres. Il est très-irrégulier, et sa plus grande largeur n'excède pas 200 mètres. Terrain houiller de Littry.

On n'exploite dans cette mine qu'une seule couche de houille, dont l'épaisseur moyenne, dans les deux bassins réunis, est d'environ $1^m,60$. Elle se trouve à peu près dans le milieu du terrain.

Suivant M. Hérault, le terrain houiller de Littry se compose de trois parties distinctes[1], se succédant dans l'ordre suivant : Composition de ce terrain.

« a. *Partie inférieure à la couche de houille,* remarquable par la présence de masses considérables d'une roche *feldspathique altérée.* Cette roche contient parfois des noyaux aplatis de *baryte sulfatée.* Dans certaines couches, elle offre des veines de *jaspe*, et, dans d'autres, elle forme des espèces de *conglomérats.* Enfin on la rencontre, disséminée en petits fragments, dans une *argile endurcie* (*par le silex*), grisâtre ou noirâtre. Les premières couches

[1] *Annales des mines,* 1re série, tom. IX, pag. 556 et 557.



de ce terrain reposent, en gisement transgressif, au fond du puits Saint-Georges de la mine de Littry, et à une profondeur de 223^{m},36, sur des couches minces, et presque verticales, de grès du terrain de transition.

« b. *Partie moyenne*. Couche de houille de 2 à 4 mètres de puissance, qui renferme assez souvent des morceaux de bois silicifiés, dont quelques-uns appartiennent à des conifères, avec schiste argileux à empreintes de *fougères* et autres végétaux, calcaire grisâtre, grès houiller et poudingue quartzeux.

« c. *Partie supérieure*. Grès rougeâtre, analogue, par ses caractères, au grès rouge des Allemands, alternant avec les couches bien caractérisées de grès houiller, de schiste et de calcaire, qui dominent dans la masse de la partie moyenne du terrain houiller de Littry. Cette roche se montre à la surface du sol, ou recouverte seulement par quelques couches sableuses, comme dans plusieurs communes, et, entre autres, dans celles de Littry, du Breuil, du Molay et de Cartigny. »

Nature des roches.

Les couches principales de ce terrain sont :

1° Un poudingue en bancs très-puissants, composé de galets de quartz hyalin, cimentés par du grès houiller à grains fins ;

2° Du grès houiller, gris blanchâtre ;

3° Du schiste argileux, d'un gris foncé, non micacé, toujours très-argileux ;

4° Des argiles grises très-dures, renfermant beaucoup de petits fragments de feldspath altéré, blanchâtre ;

5° *Couche de houille* exploitée : elle est divisée en plusieurs lits par l'interposition d'argile schisteuse ;

6° Schiste argileux, gris noirâtre, passant quelquefois à l'argile schisteuse ;

7° Grès houiller à grains fins, gris et plus ou moins foncé.

8° Du calcaire argileux grisâtre, formant plusieurs couches dans la partie supérieure du terrain, et ayant de l'analogie avec celui qu'on trouve dans le terrain houiller de Sarrebruck ;

9° Enfin, du grès houiller à pâte ferrugineuse, analogue, par ses caractères extérieurs, au grès rouge des Allemands, et qui a souvent été confondu avec cette roche.

A l'énonciation de ces roches, nous ajouterons la coupe des couches traversées par le puits Noël, extraite du Mémoire de M. Hérault que nous venons de citer. Cette coupe fera connaître la position relative de ces différentes roches et leur épaisseur.

Succession des roches.

1° Terre végétale	0m,80
2° Glaise sableuse, mélangée de galets quartzeux rougeâtres.	2 ,00
3° Sable quartzeux et feldspathique, avec galets	0 ,30
4° Grès feldspathique jaunâtre et friable	4 ,90
5° Sable glaiseux jaunâtre	0 ,30
6° Galets quartzeux rouges ou blancs, avec sable quartzeux et un peu feldspathique blanchâtre	3 ,30
7° Glaise rougeâtre, avec des taches jaunâtres	0 ,30
8° Terrain semblable au n° 6	0 ,90
9° Glaise jaunâtre, avec des taches rougeâtres	1 ,70
10° Grès rougeâtre, analogue, par ses caractères, au grès rouge des Allemands, mais appartenant au terrain houiller	5 ,10
11° Argile rouge et galets	1 ,60
12° Grès rouge	3 ,80
13° Calcaire gris foncé	3 ,00
14° Schiste argileux et grès houiller alternant ensemble	4 ,50
15° Calcaire grisâtre	0 ,70
16° Schiste argileux, avec veinules de grès houiller	0 ,30
17° Calcaire grisâtre	0 ,60
18° Schiste argileux et grès houiller alternant ensemble	4 ,00
19° Calcaire grisâtre	0 ,60
20° Terrain semblable au n° 18	3 ,20
21° Calcaire grisâtre	0 ,20
22° Grès rougeâtre, avec veinules de grès houiller	7 ,40
23° Terrain semblable au n° 18	1 ,00
24° Grès rouge, avec veinules de grès houiller	4 ,60
25° Schiste argileux, avec rognons de grès houiller	1 ,50
26° Grès houiller en couches bien régulières	3 ,00
27° Schiste argileux gris foncé	0 ,20
28° *Idem*, avec poudingue quartzeux	1 ,20
29° *Idem*, avec rognons de grès houiller	10 ,00
30° *Idem*, sans mélange	1 ,70
31° Grès houiller	1 ,35
TOTAL	74 ,05

On trouve, entre les assises 3 et 4, deux petites couches de houille très-minces, mélangées de pyrites et d'argiles, qui ne peuvent servir à aucun usage.

Division de la couche de houille en plusieurs lits.

La couche de houille exploitée se divise, ainsi que nous l'avons dit, en plusieurs lits différents, variables de nature et de qualité. Dans l'ancienne exploitation, elle se compose de quatre lits de charbon. Deux, dits houille à maréchal, fournissent un charbon collant et de bonne qualité : leur puissance, prise ensemble, est de 1^{m},30. Les deux autres, dont l'épaisseur totale est de 0^{m},86, sont mélangés de schiste, et ne donnent qu'un charbon maigre et de qualité très-inférieure.

Dans la nouvelle exploitation, la couche est moins puissante, et la houille maréchale qu'elle produit est moins abondante. Elle s'y partage en trois parties distinctes dans les proportions suivantes :

Houille maigre, mélangée de schiste	1^{m},00
Argile schisteuse noirâtre	0 ,03
Houille maréchale	0 ,32
	1 ,35

Dans l'énumération des roches qui constituent le bassin houiller de Littry, nous n'avons pas parlé du porphyre feldspathique quartzifère, qui y forme un îlot considérable. Ce porphyre, analogue à ceux qui existent si fréquemment en filons dans les terrains de transition de la Bretagne et de la Normandie, nous paraît plus ancien que le terrain houiller : les galets nombreux de ce porphyre, que l'on voit répandus dans le poudingue formant la partie inférieure du terrain houiller de Littry, et qui ont été cités par M. Hérault[1], conduisent à cette conclusion.

Le percement du puits au contre-bas de Saint-Georges a fait connaître la succession suivante des couches :

Poudingue à pâte de grès houiller	19^{m},14
Grès houiller d'un gris noirâtre schisteux	1 ,95
Poudingue	13 ,96
Couches alternatives de grès et d'argile schisteuse, avec roche feldspathique intercalée	77 ,83
	112 ,88

[1] *Sur les terrains du département du Calvados*, par M. Hérault, ingénieur en chef des mines. (*Annales des mines*, 2e série, tom. III, pag. 361.)

Au fond de ce puits, on a reconnu la grauwacke du terrain de transition, formant des couches presque verticales, et se dirigeant à peu près E. O. Le terrain houiller y reposait sur la grauwacke à stratification discordante.

On ne rencontre à Littry que très-peu d'empreintes végétales. Les plus abondantes sont des calamites (*calamites dubius, cal. Suckovii, cal. cruciatus*). On y a également recueilli quelques échantillons de fougères appartenant à l'espèce *pecopteris polymorpha.*

On a, en outre, trouvé dans le poudingue des morceaux de bois siliceux, paraissant appartenir à des *conifères,* et qui rappellent ceux des environs d'Autun.

La houille de Littry, généralement de qualité inférieure par son mélange de schiste et d'argile, est employée, presque exclusivement, à la cuisson de la chaux.

(G.) TERRAINS HOUILLERS DU NORD DE LA FRANCE.

Marche suivie dans la description des différents bassins houillers.

On remarquera peut-être que, pour arriver à cette dernière partie des terrains houillers de la France, nous avons suivi une route singulièrement sinueuse. Après avoir parcouru successivement les petits bassins houillers des Vosges, puis le vaste bassin étendu au pied du Hundsruck, nous avons été jusqu'à la pointe de la Bretagne, pour revenir ensuite dans le N. de la France. Mais ce n'est pas sans dessein que nous avons adopté cet ordre de description. En appelant successivement l'attention sur les bassins houillers, souvent très-petits et très-clair-semés, qu'on observe sur la surface des terrains anciens, dont le grand bassin secondaire du N. de la France est entouré de différents côtés, nous avons probablement donné une idée à peu près exacte de ce qui existe à la surface des terrains anciens, qui doivent former, dans la profondeur, le fond du grand bassin parisien.

Motif qui l'a déterminée.

Coup d'œil sur l'état du sol de la France pendant la formation du terrain houiller.

Les nombreux traits de ressemblance que présentent, comme on l'a indiqué précédemment, les terrains houillers de Sarrebruck, de Villé, de Saint-Hippolyte, de Ronchamp, de Sincey, de Saint-Gervais, de Littry, montrent qu'à l'époque du dépôt houiller une grande uniformité a dû régner dans l'état des choses sur la surface de la France. C'était un sol ondulé, entrecoupé de protubérances, telles que la Lozère, le ballon d'Alsace, le Hundsruck, et de dépressions, qui ont été envahies par des marécages ou des lagunes, et dont chacune est devenue un bassin houiller. Peu de dépôts

Régime sous lequel se sont formés les terrains houillers renfermés dans des bassins circonscrits.

houillers seraient plus propres que ceux des Vosges à donner l'idée de tourbières ensevelies dans des assises de vase. Ces terrains et ceux de Sarrebruck et de l'intérieur de la France portent éminemment le caractère de dépôts opérés dans des bassins circonscrits. Ces bassins devaient être plus nombreux et à bords moins adoucis que ne le sont les bassins des lacs dans aucune partie des continents actuels. Les courants diluviens, dont il n'y avait pas encore eu d'exemples très-développés, n'avaient pas façonné de vallées régulières comme celles des fleuves et des lacs de notre époque. Les creux des continents d'alors avaient conservé, ainsi que les montagnes, toute la rudesse que les dislocations et les mouvements du sol leur avaient imprimée. C'était sur ces ruines, presque intactes, de l'état de choses antérieur, que croissaient les forêts d'équisétacées, de lépidodendrons, de sigillaria, de conifères, qui ont fourni la matière première de la houille; et c'était parmi les débris entassés par de violentes secousses que serpentaient les cours d'eau dans lesquels remontaient les *palæoniscus* et les *amblypterus*.

Ce n'est qu'après avoir reçu la suraddition du terrain houiller que le sol ancien de la France a éprouvé les dénivellations qui ont élevé les bases des Ardennes, des Vosges, des montagnes du centre de la France et de toute la presqu'île de Bretagne, ainsi que ces montagnes elles-mêmes et les bassins qu'elles entouraient; et qui ont, au contraire, abaissé, avec toutes ses inégalités et avec les dépôts houillers qui peuvent s'y trouver répandus, le fond du grand bassin dont Paris occupe le centre.

Différences que présentent les terrains houillers du N. de la France.

Cependant, à l'époque de la formation du terrain houiller, le sol de la France n'était pas, dans tout son entier, un continent hérissé de collines parsemées de lacs et de marais. Les portions de terrain carbonifère que nous avons réservées pour être l'objet des dernières parties de ce chapitre contrastent, d'une manière importante, avec celles que nous avons décrites jusqu'ici, en ce qu'on cesse d'y observer les caractères de dépôts opérés dans des bassins circonscrits : tout annonce, au contraire, qu'elles se sont déposées dans le bassin d'une mer. De l'Ardenne aux montagnes du pays de Galles et de l'Écosse, s'étendaient, à cette époque, des bras de mer dans lesquels s'est formé le calcaire carbonifère (*mountain limestone*), qui contient un grand nombre de restes marins, et, après eux, le terrain houiller du N. de la Belgique et d'une partie de l'Angleterre.

Ils se sont formés dans une mer.

Utilité qu'il y aurait à connaître les anciens rivages de cette mer.

Cette différence du régime des deux classes de bassins houillers dont nous venons de parler n'est pas seulement un fait des plus curieux pour la science; elle intéresse aussi à un très-haut degré l'avenir de l'industrie minérale, par les idées qu'elle peut suggérer relativement aux liaisons souterraines supposables entre certains bassins. En effet, les dépôts formés dans des bassins circonscrits n'offrent que peu de chances de se continuer à de grandes distances au-dessous des dépôts plus modernes; mais les dépôts formés dans des bassins maritimes sont, en général, beaucoup plus uniformes et susceptibles de beaucoup plus d'étendue, lorsqu'ils n'ont pas été bouleversés ou détruits. On peut s'attendre à les rencontrer au-dessous des terrains secondaires jusqu'à la ligne des anciens rivages de la mer qu'ils ont comblée, ligne qui doit se trouver quelque part au-dessous du bassin de Paris. La connaissance de ces anciens rivages est un des tributs les plus importants que la géologie est appelée à fournir à l'industrie française. Malheureusement les terrains récents qui, dans le N. de la France, couvrent presque partout les terrains de l'époque carbonifère, opposent de grands obstacles aux travaux qui pourraient amener la découverte de cette ligne. Les recherches qui se poursuivent dans ces contrées par des sondages ou des puits, dans le but de trouver de la houille, n'ont produit, jusqu'à ce jour, que des données très-limitées, et ces données sont même encore, pour la plupart, concentrées entre les mains des compagnies qui les ont obtenues.

Difficultés que présente la solution de ce problème.

Objet des articles qui vont suivre.

Nous ne pouvons donc entreprendre de résoudre actuellement la question que nous avons posée, relativement à l'ancienne ligne de côtes qui, à l'époque du dépôt du terrain houiller, devait former la limite entre la mer et un sol continental semé de lacs et de marécages. Nous nous bornerons à présenter ici un aperçu de nos observations, et un extrait des publications faites, à diverses époques, sur les gîtes houillers et sur les parties des terrains de transition qui se montrent en connexion intime avec eux dans l'étendue de notre territoire ou dans son voisinage; c'est-à-dire, sur les calcaires et les dépôts arénacés antérieurs à la houille de la frontière belge et des arrondissements d'Avesnes et de Boulogne, et sur les terrains houillers de Valenciennes et du bas Boulonnais.



La surface des terrains de transition en Belgique est remarquablement unie.

Les terrains en couches contournées qui constituent l'Ardenne, et une grande partie du sol de la province de Liége, du Condros et du Hainaut, présentent, malgré les replis multipliés de leur stratification, une surface supérieure remarquablement unie. Cette surface n'offre presque pas d'autres accidents que des vallées dont le réseau compliqué la divise en un grand nombre de coteaux ou de petits plateaux situés, sauf de légères inégalités, dans un même plan général[1]. Les points culminants ne s'élèvent guère au-dessus du reste que de la quantité nécessaire pour permettre aux regards de l'observateur de s'étendre au-dessus des forêts.

Il en est de même dans le département du Nord.

Le même phénomène s'observe sur la prolongation des mêmes terrains dans le département du Nord. Des points culminants de la route qui conduit de Mons à Maubeuge, on voit au S. un horizon très-plat, à très-peu près rectiligne et horizontal, qui ne se distingue presque en rien des horizons uniformes dont on est constamment entouré lorsqu'on traverse les terrains tertiaires de la Flandre et du Brabant. Cela pourrait faire croire que les regards embrassent un terrain tertiaire, tandis qu'au contraire ils parcourent un sol composé de couches anciennes extrêmement tourmentées. De même, du point le plus élevé formé par le psammite du Condros, entre Cerfontaine et le bois de Quiévelon, point d'où la vue s'étend au loin au N. O. et à l'O. S. O., l'horizon paraît, de toutes parts, très-uni, et uni presque au même degré, qu'il soit borné par les terrains de transition ou par les terrains tertiaires. On peut faire la même remarque des points culminants situés sur le psammite du Condros dans les bois au N. de Trélon; et, ainsi que nous venons de le rappeler, le Condros et le Hainaut présentent une uniformité extérieure non moins marquée, quoique également en désaccord avec la disposition intérieure des couches.

L'Ardenne nous a déjà offert un exemple de ce phénomène, qui ne laisse pas que d'être assez rare sur notre globe, où il est bien plus habituel de voir les accidents intérieurs de la stratification se refléter, en quelque sorte, dans des accidents correspondants de la surface du sol.

Cette

Cette nivellation de la surface des terrains, intérieurement si bouleversés,

[1] Voyez le *Tableau général du Condros* donné par M. J.-J. d'Omalius d'Halloy, dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. XII, pag. 243.

du Condros et du département du Nord, rappelle naturellement celle des terrains granitiques de l'Ukraine et des terrains sédimentaires anciens qui leur sont adossés, terrains dont la surface plane et horizontale fait partie des steppes immenses de la Russie méridionale[1]. Notre steppe anthraxifère diffère cependant de la steppe russe, en ce qu'elle n'est pas restée complétement horizontale, et en ce qu'elle a été, en partie, recouverte.

nivellation de terrains bouleversés intérieurement rappelle certaines parties de l'Ukraine.

La surface générale des plateaux de l'Ardenne va en s'abaissant graduellement vers l'O.; il en est de même de la surface des plateaux du Condros et du Hainaut. De là il résulte que la surface unie des terrains en couches repliées, dont ces divers plateaux se composent, finit par se perdre au-dessous des terrains crétacés, tertiaires et d'alluvion, qui constituent généralement la superficie des départements de l'Aisne, du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme.

La surface unie des terrains de transition est inclinée vers l'O.

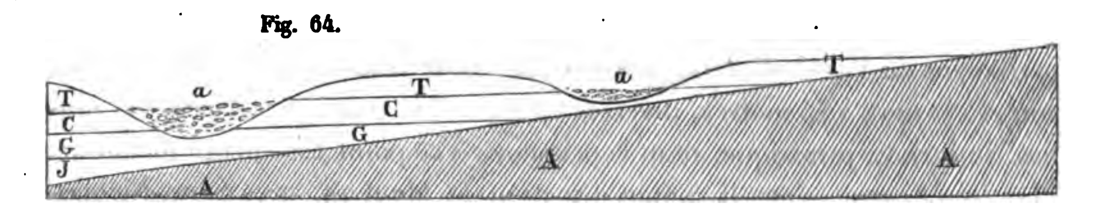
La disparition des terrains anciens sous ces terrains modernes s'opère le long d'une ligne qui s'étend des bords de l'Oise, près d'Hirson (Aisne), aux rives de l'Escaut, près de Tournai (Belgique). Cette ligne n'est droite que dans son ensemble : dans ses détails, elle offre une multitude de festons; elle présente même une grande échancrure par laquelle les terrains supérieurs pénètrent jusqu'auprès de Charleroi.

Elle s'enfonce sous des terrains horizontaux d'une formation moderne.

Ces terrains supérieurs, notamment la craie, les terrains tertiaires et les alluvions, contrastent avec les terrains inférieurs par l'horizontalité de leur stratification. Ils ont reçu en commun le nom de *morts-terrains*, à cause de leur pauvreté en substances exploitables.

Morts-terrains.

Fig. 64.



Superposition des morts-terrains sur les terrains anthraxifères.

a. Alluvions.
T. Terrains tertiaires.
C. Terrain crétacé supérieur.
G. Terrain crétacé inférieur.
J. Terrain jurassique.
A. Terrains anciens.

[1] Lalanne, *Note sur les terrains de la vallée du Donetz.* (*Annales des mines*, 3e série, tom. XVI, pag. 528.)

Formations comprises parmi les morts-terrains.

Les alluvions *a* existent seulement dans les vallées; la craie C et les terrains tertiaires T forment des collines et des plateaux. La surface, uniformément inclinée, des terrains inférieurs A, rencontre d'abord les terrains tertiaires T; plus loin, en continuant à s'enfoncer par degrés, elle laisse entre elle et les terrains tertiaires, comme l'indique la figure 64 ci-dessus, une place que la craic C vient occuper; plus loin encore, dépassant les assises inférieures de la craie, elle laisse entre elle et la craie une place pour le grès vert G; enfin, s'abaissant encore, elle laisse entre elle et le grès vert la place des terrains jurassiques J. Comme ces derniers terrains n'ont été que très-rarement traversés par les travaux des exploitants de houille, on n'est pas dans l'habitude de les comprendre nominativement dans l'énumération des couches des *morts-terrains;* mais, aux yeux des géologues, ils en font réellement partie.

L'épaisseur des morts-terrains augmente à mesure qu'on s'avance vers le S. O.

L'épaisseur des morts-terrains, ainsi qu'on doit le concevoir d'après ce qui vient d'être dit, et comme le montre la figure 64 ci-dessus, va en augmentant à mesure qu'on s'éloigne de la ligne suivant laquelle ils embrassent les terrains anciens pour pénétrer dans l'intérieur de la France selon la direction du S. O. Près de la frontière, aux environs de Condé, ils n'ont encore que 30 à 40 mètres. Aux environs de Valenciennes, ils en ont déjà 70 ou 80. A Aniche, cette épaisseur va jusqu'à 120 mètres et plus. A Monchy-le-Preux, près d'Arras, ce n'est qu'après avoir traversé 152 mètres de *morts-terrains* qu'on a retrouvé les schistes et les psammites de transition[1].

Puits de Pommier-Sainte-Marguerite.

Un puits ouvert récemment, pour la recherche du terrain houiller, à Pommier-Sainte-Marguerite, entre Arras, Bapaume et Doulens, dans le département du Pas-de-Calais, près des limites de celui de la Somme, a rencontré, jusqu'à 175 mètres, diverses couches des terrains crétacés, et, plus bas, le terrain jurassique, dont l'épaisseur en ce point est encore inconnue.

Puits de Meulers.

Plus loin encore, dans la même direction, à Meulers, près Saint-Nicolas-d'Aliermont, entre Dieppe et Neufchâtel, un puits de 333 mètres n'a pas dépassé les assises moyennes du terrain jurassique.

Ce puits, dont l'orifice est à 50 mètres au-dessus de la mer, descend à 283 mètres au-dessous de son niveau. Il a été poussé avec une opiniâtreté

[1] De Bonnard, *Notice sur diverses recherches de houille entreprises dans le département du Pas-de-Calais.* (*Journal des mines,* tom. XXVI, pag. 45, 1809.)

remarquable. En 1796, M. Castiau, originaire du pays de Liége, fit d'abord sonder près de Meulers, dans le but d'atteindre des couches de houille qu'il supposait y exister. Plus tard, il substitua un puits au sondage. L'entreprise ne fut abandonnée qu'en 1806 par l'effet d'une irruption d'eau salée au fond du puits. Elle avait coûté plus de 500,000 francs[1].

Ces faits prouvent que le peu d'épaisseur que présentent les morts-terrains dans une partie du département du Nord est une circonstance géologique particulière seulement à une portion de notre territoire, portion dont il serait important pour l'industrie de bien déterminer les contours; mais cette connaissance ne peut être obtenue que par une série de sondages bien combinés.

Ligne suivant laquelle le terrain jurassique embrasse les terrains anciens. On ne la connait qu'imparfaitement.

Dans ce but, il serait à désirer que l'on s'assurât d'abord exactement de la ligne suivant laquelle les terrains jurassiques embrassent la surface des terrains de transition. Cette ligne passe à Hirson, et elle doit se prolonger vers le N. O. en traversant le N. du Boulonnais; mais son cours est encore ignoré. Il serait fort intéressant pour l'industrie de le connaître; car, en dehors, c'est-à-dire au S. O. de cette ligne, la chance de rencontrer le terrain houiller à une profondeur accessible à l'industrie diminue beaucoup, quelle que puisse être, d'ailleurs, l'étendue souterraine de ce dernier terrain.

L'épaisseur des assises des morts-terrains augmente vers le S. O. en même temps que leur nombre s'accroît.

Cette chance diminue d'autant plus, que l'horizontalité des couches des *morts-terrains* n'est pas absolue, et qu'à mesure qu'ils s'éloignent de l'affleurement des terrains anciens, ils augmentent généralement d'épaisseur : de sorte qu'à une certaine distance ceux-ci sont recouverts, non-seulement par un plus grand nombre d'assises, mais encore par des assises plus épaisses. On en a eu la preuve à Laon, où un sondage commencé dans la craie par M. Mullot n'en était pas sorti à 300 mètres, et surtout à Paris, où la craie a présenté, à elle seule, dans le sondage de l'abattoir de Grenelle, une épaisseur de 400 à 500 mètres.

La surface des terrains anciens ne s'enfonce pas avec une régularité absolue.

La surface des terrains inférieurs, malgré sa régularité générale, ne s'enfonce pas elle-même, dans toutes les directions, d'une manière parfaitement uniforme, à partir de la ligne que nous avons indiquée; et elle offre, au contraire, çà et là, quelques saillies dont on voit des exemples à Pernes,

[1] Antoine Passy, *Description géologique du département de la Seine-Inférieure*, pag. 43.

à Fouquexolle et aux environs d'Hardinghen, dans le département du Pas-de-Calais. A en juger par la partie découverte des terrains anciens, ces protubérances doivent être rares et peu considérables, et, par conséquent, la surface générale du terrain de transition doit se rencontrer autour de ces mêmes protubérances à une assez faible profondeur. Mais peut-être cette surface s'enfonce-t-elle dans d'autres directions avec plus de rapidité.

Série de couches dont les plateaux du Condros, du Hainaut, etc., présentent les affleurements.

La surface des plateaux du Condros, du Hainaut, et de la partie S. E. du département du Nord, présente les affleurements d'une nombreuse série de couches calcaires et arénacées, qui, par la position dans laquelle elles se trouvent, et probablement aussi par l'époque de leur dépôt, sont intermédiaires entre le terrain ardoisier de l'Ardenne et les couches houillères, qui se montrent surtout le long d'une ligne tirée de Liége à Valenciennes. Ces couches ont formé depuis longtemps l'objet des observations de M. d'Omalius d'Halloy. Dès l'année 1808, ce célèbre géologue en a publié d'excellentes descriptions[1], et c'est lui qui a imposé au système entier le nom de *terrain anthraxifère*, lorsque M. Bouësnel a prouvé que les calcaires noirs ou noirâtres qu'il renferme sont colorés par de l'anthracite[2].

Terrain anthraxifère.

Roches qui le composent.

D'après M. d'Omalius, le terrain anthraxifère est principalement composé de calcaires, de psammites ou grès schisteux micacés, et de schistes[3].

Calcaires.

Le calcaire est assez généralement coloré en bleu, en gris ou en noirâtre, par une matière charbonneuse; quelquefois la couleur bleuâtre est remplacée par la blanche ou par la rougeâtre. Il dégage souvent, lorsqu'on le brise, une odeur fétide. Il est fréquemment traversé par de nombreuses veines de calcaire blanc cristallin. Sa texture est compacte ou grenue, quelquefois bréchiforme, rarement saccharoïde. Il est très-cohérent, et souvent susceptible d'être poli comme le marbre : on en fait d'excellentes pierres de taille. Il fournit également une grande quantité de marbres, qui sont estimés à cause de leur solidité. Les uns sont formés du mélange de pâtes de diverses nuances grises, et de parties cristallines blanches. D'autres présentent un fond noirâtre, pointillé de taches blanches provenant de débris

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Essai sur la géologie du nord de la France.* (*Journal des mines*, tom. XXIV, pag. 123.)

[2] *Journal des mines*, tom. XXIX, pag. 209.

[3] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Éléments de géologie*, 3ᵉ édition, pag. 440.

d'animaux : c'est celui connu dans le commerce sous le nom de *petit granite*. D'autres sont composés du mélange de pâtes rougeâtres et grisâtres et de parties cristallines blanches. D'autres, enfin, sont tout à fait gris ou noirs. Le calcaire renferme parfois des dolomies cristallines, tantôt solides, tantôt friables.

Quoique les couches calcaires se conservent, en général, plus pures que celles du schiste argileux et des psammites, elles se lient cependant à ces dernières par des séries de passages. Quelquefois l'abondance du charbon et la texture feuilletée du calcaire font que ce dernier ressemble à du lignite ou à des argiles schisteuses noires du terrain houiller, ce qui a souvent induit en erreur dans des recherches de houille, d'autant plus que ces couches noires sont fréquemment recouvertes d'un enduit mince d'anthracite, et que, d'autres fois, elles sont susceptibles de brûler lorsqu'on les met sur le feu.

Le psammite est ordinairement gris, jaunâtre, verdâtre et de diverses nuances de rougeâtre. Il passe au poudingue, au grès quartzeux, au quartz, et surtout au schiste. Les psammites forment des couches, souvent minces, quelquefois épaisses; ils ont souvent de la tendance à se diviser en fragments rhomboïdaux; ils sont parfois assez tenaces, d'autres fois très-friables. Leurs couleurs les plus communes sont le jaunâtre et le grisâtre; mais il y en a aussi de rougeâtres, de bleuâtres, de verdâtres et de blanchâtres. Ils sont, presque tous, parsemés de paillettes de mica [1]. Psammites.

Les schistes argileux sont principalement caractérisés par leur tendance à se diviser en petits feuillets qui, au lieu de présenter, comme ceux du schiste ardoise, une texture schistoïde jusque dans leurs derniers éléments, forment souvent de petits solides, qui, abstraction faite de leur peu d'épaisseur, peuvent être supposés comme terminés par des lignes droites, et qui ont quelquefois la forme rhomboïdale. On pourrait dire que ces roches n'ont la texture schistoïde que dans leur masse, mais que, prises en petit, elles ont la texture compacte et la cassure droite [2]. Schistes.

Leur couleur ordinaire est le grisâtre ou le jaunâtre. Il y en a aussi de rougeâtres, et plus rarement de verdâtres, de noirâtres et de bleuâtres. Ils sont quelquefois mélangés de petites parties de mica, qui leur donnent un

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Éléments de géologie*, 3e édition, pag. 445.

[2] *Id., ibid.*, pag. 443.



aspect luisant et pailleté. Ils sont, en général, si altérables par les influences météorologiques, qu'ils ne sont propres à aucun usage économique. Il y a même de ces roches qui, sans avoir été exposées à l'air, se trouvent molles et friables, et doivent être considérées comme composées d'argile.

Ces schistes ont, d'ailleurs, une telle tendance à passer aux psammites ou grès micacés, que souvent la masse principale du terrain participe autant de la nature de l'une que de la nature de l'autre de ces roches, et qu'il est difficile de dire si elle doit être désignée par l'un ou par l'autre de ces noms. Cette liaison est telle, que, dans plusieurs cantons, les ouvriers n'ont point de termes pour distinguer ces deux roches, et qu'ils appellent indifféremment *agaize*, *agazhe*, *agauche*, les schistes et les grès micacés ou psammites.

Subdivisions du terrain anthraxifère.

M. Dumont est parvenu à constater un ordre de superposition entre les différentes parties du terrain dont nous parlons, malgré les nombreux contournements qui en affectent les couches au point que leur âge ne peut plus être conclu de leurs positions relatives. Ce n'est qu'en étudiant ce terrain sur une grande étendue, et avec une attention scrupuleuse, que M. Dumont a fini par reconnaître comment une même couche se présente plusieurs fois, tantôt au-dessus, tantôt au-dessous d'une autre, et qu'il a été conduit à distinguer, dans le terrain anthraxifère, quatre étages ou systèmes, auxquels il a donné les noms suivants[1] :

Système quartzo-schisteux inférieur,
Système calcareux inférieur;
Système quartzo-schisteux supérieur,
Système calcareux supérieur.

D'après M. Dumont, le système quartzo-schisteux inférieur repose sur le terrain ardoisier de l'Ardenne, et le terrain houiller est superposé au système calcareux supérieur. M. d'Omalius d'Halloy, dans ses excellents éléments de géologie, donne aux deux groupes de couches calcaires dont nous venons de parler les noms de *calcaire de Givet* et de *calcaire de Visé*, et au groupe de couches schisteuses et arénacées qui les sépare, celui de *psammite du Condros.* On pourrait désigner sous le nom de *poudingue de Burnot* le système quartzo-schisteux inférieur, qui comprend les poudingues

[1] Dumont, *Description géologique de la province de Liége*, pag. 40.

rouges que traverse la vallée de la Meuse à Burnot, entre Dinant et Namur. Ces noms ont le grand avantage de ne pas être sujets à changer, par suite des rectifications qui pourraient être apportées dans les classifications et dans les rapprochements des couches de diverses contrées.

Le système du *poudingue de Burnot* est ordinairement très-pauvre en fossiles, et on n'y a encore cité que quelques *crinoïdes*, et un petit nombre de *spirifères*, d'*orthis*, etc., assez mal caractérisés[1]; mais on trouve une grande quantité de fossiles dans les trois autres systèmes. Fossiles les plus répandus dans chacune d'elles.

Dans le système du *calcaire de Givet*, on remarque principalement les fossiles suivants, parmi lesquels M. Dumont a signalé, à juste titre, la prédominance des polypiers :

Orthocera; terebratula prisca, ter. concentrica; spirifer attenuatus ou *sp. Verneuili, sp. lineatus, sp. pinguis, sp. speciosus; orthis aspera; lucina; terebra Hennahii; manon favosum; retepora (fenestrella) antiqua; anthophyllum bicostatum; cyathophyllum dianthus, cy. plicatum, cy. quadrigeminum, cy. cæspitosum, cy. pentagonum, cy. ananas; calamopora (favosites) spongites, cal. (favosites) polymorpha; crinoidea.*

Les fossiles les mieux connus du système des psammites du Condros sont :

Terebratula prisca, ter. Willsonii; spirifer attenuatus ou *sp. Verneuili, sp. aperturatus, bisulcatus* ou *Archiaci, sp. lineatus, sp. pinguis, sp. speciosus; productus subaculeatus; orthis aspera; pecten plicatus; lucina; cyathophyllum; crinoidea.*

Enfin, le système du *calcaire de Visé* renferme principalement les fossiles suivants :

Orthocera striata; goniatites sphericus; buccinum acutum; evomphalus catillus, ev. pentagulatus, ev. Dionysii; turbo muricatus, turb. striatus; turritella; cirrus rotundatus; natica globosa; nerita spirata; turbo carinatus; bellerophon tenuifascia, bell. apertus, bell. hiulcus, bell. costatus; terebratula lineata, ter. cramena, ter. hastata, ter. lævigata, ter. Willsonii, ter. monticulata, ter. vestita, ter. Roissyi, ter. concentrica, ter. Michelini; spirifer lævigatus, sp. aperturatus, sp. lineatus, sp. trigonalis, sp. striatus, sp. lamellosus, sp. pinguis; productus scoticus; pr. spinulosus, pr. antiquatus, pr. comoides, pr. hemisphericus, pr. latissimus, pr. lobatus, pr. Martini, pr. punctatus, pr. fimbriatus, pr. concinnus, pr. longispinus, pr. personnatus, pr. plicatilis, pr. rugosus, pr. sarcinulatus, pr.

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Éléments de géologie*, 3e édition, pag. 453.

sulcatus, pr. transversus; orthis rugosa, or. depressa, or. umbraculum; cardium alæforme; cypricardia; sanguinolaria; gorgonia ripisteria; fungia discoidea; cyathophyllum turbinatum, cy. cæspitosum; syringopora ramulosa; crinoidea.

Le calcaire de Visé correspond au *mountain limestone* des Anglais.

La présence de ces fossiles, jointe à sa liaison intime avec le terrain houiller, ne permet pas de douter que le *calcaire de Visé* ne corresponde au calcaire carbonifère des Anglais (*mountain limestone*).

La question de savoir à quelle partie de l'échelle des roches stratifiées de la Grande-Bretagne devraient être rapportées les trois autres assises du terrain anthraxifère de la Belgique n'est pas aussi facile à résoudre.

Dès l'époque de la publication de ses Mémoires géologiques, en 1828, M. d'Omalius d'Halloy agitait la question de savoir si la plus ancienne de ces trois assises, qui est représentée, dans la vallée de la Meuse, par le poudingue de Burnot, et, dans celle de l'Escaut, par les grès et schistes rouges de Montignies-sur-Roc, ne devrait pas être rapprochée du *vieux grès rouge* des Anglais. « Il suffirait, disait-il, d'admettre que la grande dépression « opérée dans le terrain ardoisier, entre l'Ardenne et le Brabant, aurait « d'abord été recouverte par un grand dépôt de poudingues, de psammites « et de schistes rouges, qui se trouveraient dans la même position que l'*old « red sandstone* des Anglais, avec lequel ces roches ont la plus grande ressem- « blance. Ce dépôt se relèverait dans le milieu de manière à laisser deux « nouvelles dépressions, où se seraient déposés, en forme de bassins, les « schistes et les psammites gris et jaunes, concurremment avec les calcaires « métallifères et non métallifères, et ensuite le terrain houiller[1]. »

Le poudingue de Burnot fait partie de l'*old red sandstone.*

Ce rapprochement qui, l'année suivante, a été admis par M. Rozet dans son Mémoire sur les terrains que traverse la vallée de la Meuse[2], a paru sujet à quelques objections, par la difficulté qui se présentait alors pour classer d'une manière correspondante, dans la série anglaise, le calcaire de Givet et le psammite du Condros. Les idées ingénieuses que MM. Lonsdale et Murchison ont émises récemment sur la classification des couches du Devonshire, et par suite desquelles ils ont introduit dans la science la dénomination de *système devonien,* semblent avoir aplani ces difficultés. Le système devonien, qui offre des calcaires et des roches arénacées grises et

Il est compris, avec le calcaire de Givet et le psammite du Condros, dans le *système devonien.*

[1] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Mémoires géologiques*, pag. 170.

[2] Rozet, *Notice géognostique sur quelques parties du département des Ardennes et de la Belgique.* (*Annales des sciences naturelles*, t. XIX, pag. 146, 1830.)

jaunâtres, à la hauteur du vieux grès rouge, me paraît, comme à M. Murchison [1], être l'équivalent exact des trois systèmes inférieurs du terrain anthraxifère des bords de la Meuse, de la Sambre et de l'Escaut, c'est-à-dire du poudingue de Burnot, du calcaire de Givet et du psammite du Condros.

Ces rapprochements ont été suivis dans la coloriation de la carte géologique de la France. Mais la petitesse de son point aurait rendu à peu près impraticable d'y figurer les bandes étroites et multipliées que forment, en alternant ensemble, le poudingue de Burnot, le calcaire de Givet et le psammite du Condros, dont MM. de Panhuys et Dumont ont eu peine à tracer toutes les inflexions malgré la grande échelle de leurs belles cartes. On n'a figuré que l'ensemble du système (i^3).

Sens dans lequel on emploie les expressions de *système devonien*, *système carbonifère*, *terrain anthraxifère*.

Nous désignerons souvent la réunion des trois premiers systèmes de M. Dumont sous le nom de *système devonien*, et le système calcareux supérieur, joint au terrain houiller, sous le nom de *système carbonifère*. Quand nous emploierons l'expression de *terrain anthraxifère*, ce sera, comme l'a fait M. d'Omalius d'Halloy, pour indiquer toute la série des couches comprises entre le terrain ardoisier et le terrain houiller.

Pourquoi on s'occupe ici du terrain anthraxifère.

Peut-être sera-t-on étonné de nous voir réunir la description des *couches anthraxifères* des départements du Nord, des Ardennes et du Pas-de-Calais, dans le chapitre consacré au terrain houiller; mais nous ferons remarquer, d'une part, que, ces couches ne se montrant en France, avec les caractères qu'elles possèdent en Belgique, que dans de petites parties des trois départements qui viennent d'être cités, nous n'aurions pu faire connaître complétement leur manière d'être, en les décrivant isolément. De plus, les couches houillères du département du Nord n'affleurant nulle part à la surface, leurs allures ne deviennent réellement intelligibles que par suite de leur liaison intime avec les couches anthraxifères, qui se présentent à découvert dans une partie de l'arrondissement d'Avesnes, aux environs de Givet et en Belgique.

Bandes formées, dans la province de Namur, par les différents systèmes anthraxifères.

La partie de la province de Namur située au midi de la Sambre est formée, en grande partie, comme l'a indiqué M. Cauchy [2], par les quatre systèmes du terrain anthraxifère, qui y sont disposés en bandes successives.

[1] Murchison, *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. XI, pag. 238. (Séance du 6 avril 1840.)

[2] Cauchy, *Mémoire sur la constitution géologique de la province de Namur.*



Malgré d'assez nombreux contournements, ces bandes se dirigent à peu près de l'E. quelques degrés N. à l'O. quelques degrés S.; elles se prolongent sur le territoire français. La plus méridionale de ces bandes est formée par le système des *poudingues de Burnot,* qui s'appuie sur le flanc septentrional du terrain ardoisier de l'Ardenne.

Bande méridionale formée par les poudingues de Burnot.

Cette première bande est une des plus difficiles à suivre, parce qu'elle ne présente pas de roches proéminentes, et qu'aucun caractère extérieur bien tranché ne la dessine sur la surface du sol. On en voit la tranche dans la vallée de la Meuse, entre Fépin et Givet. Elle offre une série de couches arénacées, remarquables, dans leur ensemble, par leur couleur d'un rouge foncé bariolé de vert. Vers le bas de la série, on trouve des grès : les uns à grains de quartz, distincts et quelquefois assez gros, dont la couleur varie du gris rougeâtre au rouge; les autres à grains fins et entièrement rouges, dont l'aspect rappelle complétement certaines variétés du grès rouge de l'Allemagne. Ces deux grès passent de l'un à l'autre et alternent ensemble. Le dernier, qui domine par sa masse, surtout à partir d'une certaine hauteur, passe insensiblement à des psammites verts et rouges, quelquefois très-schisteux, et qui, vers le haut, ont une structure fibreuse. Des traces de corps organisés sont souvent empreintes dans les parties les plus ferrugineuses de la roche[1]. Dans toute l'épaisseur de la masse, il existe, au milieu des grès et des psammites, des couches de poudingues composés de cailloux quartzeux, dont la grosseur ne dépasse guère celle d'un œuf, et qui sont réunis par un ciment quelquefois siliceux, mais ordinairement formé par la pâte du psammite fortement coloré par le fer[2]. Dans la partie supérieure de la masse rouge, s'intercale une série de couches de quartzites grenus rouges et verts. Les grès rouges commencent à alterner avec un psammite gris, schisteux, contenant des lits, de $0^{m},3$ d'épaisseur, d'un quartzite gris jaunâtre. Cette roche, dont la cassure est inégale, avec une texture presque compacte et une structure subschisteuse, domine bientôt sur les schistes, qui finissent par ne plus exister qu'en lits minces, séparant les bancs, souvent très-épais, de quartzite. Cet assemblage de psammite schisteux et de quartzite forme un étage épais de près de 100 mètres, au-dessus duquel

Elle est coupée par la Meuse entre Fépin et Givet.

[1] Sauvage, *Notes inédites.*

[2] Rozet, *Notice géognostique sur quelques parties du département des Ardennes et de la Belgique.* (*Annales des sciences naturelles,* t. XIX, pag. 122.)



le calcaire se mélange d'abord aux psammites et finit par prédominer. C'est là le passage à l'étage du *calcaire de Givet*.

Les premières roches de cet étage sont des schistes fossilifères, alternant avec de petits bancs de calcaire noir compacte. A mesure que ce calcaire prend le dessus, les flancs de la vallée sont plus escarpés, et bientôt ils reprennent quelque chose de l'aspect sauvage et pittoresque par lequel ils se distinguent dans l'intérieur de l'Ardenne.

Bande formée par le calcaire de Givet.

La Meuse sort du terrain ardoisier entre Fépin et Givet; mais la vallée ne devient pas subitement aussi évasée qu'elle l'est généralement dans l'intervalle où elle traverse le terrain anthraxifère, entre Givet et Visé. A Givet même, elle se trouve fortement encaissée entre deux flancs abruptes formés par le calcaire de Givet. Monnet, dans sa Description minéralogique de la France, imprimée en 1780, a parfaitement décrit cette situation.

De la hauteur qui la domine au N., la ville de Givet, dit Monnet, semble adossée précisément contre une petite montagne sur laquelle est Charlemont; et cependant, quand on en est près, on voit que cette montagne est fort élevée, et qu'elle est à quelque distance de la ville. Cette montagne, ainsi que celle qui est de l'autre côté de la Meuse, et contre laquelle le petit Givet est adossé, est formée de marbre gris bleu. Les bancs y sont très-obliques, et ces bancs sont tellement serrés les uns contre les autres, que souvent on n'aperçoit aucune division entre eux : en sorte que le tout ne paraît qu'une masse de marbre, uniforme depuis le haut jusqu'en bas. On remarque cela surtout dans la montagne du petit Givet, qui est coupée presque à pic sur les maisons, à 300 pieds de hauteur à peu près. On y taille cependant de la pierre pour l'entretien de ces deux agréables petites villes; mais ce n'est pas sans difficulté, car non-seulement les bancs sont très-unis entre eux, mais encore la pâte en est de la plus grande dureté : aussi cette pierre peut prendre un très-beau poli.

Situation de Givet.

Escarpements de calcaire marbre.

Ce calcaire est exploité.

La réunion de ces bancs, ou, pour mieux dire, ces groupes obliques ou perpendiculaires de bancs de marbre, peuvent paraître, dit Monnet, une chose assez extraordinaire aux yeux d'un minéralogiste, qui est accoutumé à voir les couches suivre la ligne horizontale. Ces couches sont non-seulement inclinées, mais encore fortement contournées; et, à l'entrée de Givet, on peut observer, sous les fortifications de Charlemont, un pli qui change la direction des couches de 90 degrés.

Inclinaisons et contournements des couches.

Jonction du système calcaire avec le système quartzo-schisteux inférieur.

La Meuse coule, du S. au N., entre les deux montagnes de marbre dont nous venons de parler. En remontant le cours de cette rivière, on trouve bientôt la terminaison du pays à marbre. C'est à une petite demi-lieue de Givet que l'on voit ce marbre disparaître entièrement : les roches ardoisées et l'ardoise y succèdent. J'ai surtout observé ce changement, dit Monnet, au bas d'un petit monticule, très-remarquable en ce qu'il est formé d'ardoise rougeâtre dont les couches sont obliques, et au pied duquel le marbre cesse entièrement[1]. Il s'agit ici des couches de terrain anthraxifère qu'on rencontre près de Vireux, et qui appartiennent au système quartzo-schisteux inférieur de M. Dumont. Entre Vireux et Givet, le schiste argileux de ce terrain passe au calcaire du système calcareux inférieur, par l'alternance de quelques lits de schiste argileux verdâtre et de calcaire nodulaire : bientôt le calcaire prédomine et se continue jusqu'à Givet. Cette liaison avait été remarquée depuis longtemps par Monnet, dont l'ouvrage, bien qu'écrit dans un langage suranné, est rempli d'aperçus de la plus grande justesse.

Remarques de Monnet à ce sujet.

Outre les grandes variétés qu'il y a entre les bancs de marbre et les qualités très-variées de ces marbres mêmes, dans la contrée que nous décrivons, on voit de temps en temps, dit Monnet[2], des masses ou bancs d'une sorte de *chyte,* formées en feuillets très-minces et très-serrés les uns contre les autres, et posées sur le marbre. On dirait que ces deux pays, qui se touchent (le pays aux ardoises et celui à marbre), aient voulu conserver de l'alliance entre eux, quoique ce chyte, à la vérité, ne ressemble nullement aux ardoises ni à aucune autre partie des roches ardoisées.

Fossiles trouvés près de la jonction des deux systèmes.

Au passage des deux systèmes quartzo-schisteux et calcaire, on trouve, dans le schiste et dans le calcaire nodulaire, différents fossiles : *retepora, cyathophyllum quadrigeminum, spirifer attenuatus* ou *Verneuili,* etc.[3]. Dans la masse même du calcaire où les carrières sont ouvertes, on rencontre le même *spirifer attenuatus,* la *terebratula prisca,* plusieurs autres térébratules, des entroques, etc. On y observe aussi des cristaux de chaux fluatée violette.

Système quartzo-schisteux

A la sortie de Givet, du côté du N., on voit un schiste argileux qui appartient au système quartzo-schisteux supérieur. Ce schiste, qui forme les

[1] Monnet, *Description minéralogique de la France,* publiée en 1780, pag. 102.

[2] *Id., ibid.,* pag. 97.

[3] *Bulletin de la Société géologique,* tom. VI, pag. 384.

deux rives de la Meuse jusqu'au point où elle sort du territoire français et même au delà, est gris ou gris verdâtre, et présente, comme caractère assez constant, un grand nombre de fissures brunâtres. M. d'Omalius d'Halloy a fait remarquer depuis longtemps que, dans toute la bande qu'occupe ce système, le pays offre un aspect particulier : les pentes sont ravinées, lavées par les eaux et privées de terre végétale. La contrée se nomme, en langue wallonne, *Famenne* et *Fagne*, c'est-à-dire pays stérile et marécageux[1]. Ces couches forment la partie inférieure du système des *psammites du Condros*. On y trouve des fossiles; et, à leur base, on rencontre quelques petits lits de calcaire noduleux, et même un dépôt de calcaire gris rosé, qui est exploité à la croix de Fromelennes et à Faisches. Sur le territoire belge, il existe des calcaires rougeâtres subordonnés à ce système[2].

supérieur, au N. de Givet.

Psammites du Condros.

A partir de Givet, la bande calcaire qui s'y montre poursuit son cours, vers l'O. 8 à 10° S., jusqu'à Trélon et Glageon, dans le département du Nord. Ce calcaire forme, dans l'intervalle dont nous parlons, une ligne continue qui se prolonge sur une partie du territoire belge, où elle passe à Chimay, et qui laisse au S. tout le terrain ardoisier de l'Ardenne. C'est la plus méridionale de toutes les bandes calcaires qui alternent avec les bandes schisteuses dans l'intervalle compris entre l'Ardenne et la ligne des terrains houillers de Mons et de Valenciennes.

Le calcaire de Givet forme une bande qui s'étend jusqu'à Glageon.

En allant de Signy-le-Petit à Chimay, on traverse, pendant cinq lieues, dit Monnet[3], un pays extrêmement boisé, dans lequel on ne trouve que des roches ardoisées et quartzeuses. Au bas de la pente, et dans la pente même du terrain qui est au-dessus de Chimay, le marbre succède à la roche ardoisée.

Environs de Chimay.

La ville de Chimay est, en effet, bâtie sur un calcaire qui n'est autre chose que le calcaire de Givet. On le voit paraître en un grand nombre de points, et notamment sur les deux bords de la rivière; où il se présente en couches à peu près verticales, dirigées de l'E. 10° N. à l'O. 10° S. Ces couches constituent, sur la rive droite, un escarpement assez élevé, sur lequel est situé le château. Ce même calcaire forme les alentours de Chimay, et s'étend, au N., jusqu'à l'entrée de la forêt de la Fagne, qui couvre un

[1] *Bulletin de la Société géologique*, tom. VI, pag. 349.
[2] Sauvage, *Notes inédites.*
[3] Monnet, *Description minéralogique de la France*, pag. 91.

93.

rideau de collines très-uniformes d'une composition différente. Il est exploité, dans plusieurs carrières, soit comme pierre à bâtir ou comme pierre de taille, soit même comme marbre.

A l'E. N. E. de Chimay, près du premier vallon que traverse le chemin de Virelles, il existe une carrière de marbre noir, dans laquelle les couches plongent, vers le S. 25° E., de 70°. La puissance de ces couches varie de quelques décimètres à 2 mètres. Quelques-unes sont remplies de coquilles turriculées (*terebra Hennahii?*), remplacées par du spath calcaire blanc. Certaines couches sont tuberculeuses à l'extérieur et revêtues de schiste noir luisant, présentant des surfaces de glissement avec stries bien marquées. Dans quelques parties, on remarque de petits lits irréguliers de spath calcaire et des pyrites disséminées.

A la sortie de Chimay, sur la route de Trélon, le calcaire renferme une grande quantité de coquilles turriculées (*terebra Hennahii?*), ainsi que de grosses coquilles bivalves (*productus? calcéoles?*). Il est souvent dolomitique.

A une demi-lieue de Chimay, sur la même route, on exploite une carrière de calcaire noir, dont les couches minces, tuberculeuses, plongent, au N. 30° E., de 15° seulement. A un quart de lieue au N. E. de ce point, sur le chemin de Bailièvre, existe une autre carrière de calcaire semblable avec polypiers rameux (*calamopora?*). Les couches plongent, à l'E. 7° N., de 15°. Ces divers exemples nous apprennent que les couches calcaires ne sont pas moins contournées à Chimay qu'à Givet.

Calcaire recouvert par les schistes de Famenne, près de Bailièvre.

En s'avançant par un chemin creux qui descend au N. O., et laissant Bailièvre à l'O., on voit le système du calcaire de Givet s'enfoncer sous des schistes friables en feuillets minces, formant la base des schistes de Famenne et de tout le système des psammites du Condros, qui constitue, vers le N., le sol de la forêt de la Fagne. Les couches calcaires les plus élevées plongent, au N. 10° O., de 70°. Elles renferment de petites térébratules striées, des encrines et quelques autres fossiles.

Le calcaire forme ensuite plusieurs couches minces dans les schistes qui le recouvrent, puis un grand nombre de lits de rognons. Les schistes, quoique friables, contiennent des couches fossilifères, dans lesquelles on trouve des spirifères, des encrines, etc.

Psammites du Condros

Ces schistes friables et fossilifères, passant au psammite, se montrent en divers points des environs de Chimay, oùils remplissent, sans doute, des

plis du calcaire; mais ce système schisteux et psammitique se développe surtout dans les coteaux de la forêt de la Fagne, au N. de Chimay. Les couches de ce système y semblent dirigées de l'E. 5 à 15° N. à l'O. 5 à 15° S. Elles plongent ordinairement vers le N., mais elles sont quelquefois verticales. dans la forêt de la Fagne.

Ces couches de marbre, les mêmes que celles de Givet, entrent sur le territoire français un peu au S. de Wallers. Sur le nouveau tracé de la route de Chimay à Trélon, un peu en dedans de la frontière, on trouve des tranchées et des carrières, dans lesquelles on voit un calcaire noir, qui renferme, en quelques points, une quantité considérable de polypiers, et rappelle par là ceux du département de la Mayenne, de Choquier, près de Liége, et de Gerolstein, dans l'Eifel; seulement il est plus noir. On y rencontre aussi de grandes coquilles striées (*productus?*). Il plonge, vers le N., de 15 à 20°. Il présente des masses irrégulières de dolomie cristalline. Le calcaire se continue de Chimay vers Trélon.

Ce calcaire forme généralement le sol des environs de Trélon, et paraît plusieurs fois, entre la haie de Glageon et Trélon, dans les tranchées des chemins, où il est recouvert seulement par une couche peu épaisse de terre argileuse.

A un quart de lieue de Trélon, vers l'E., un peu au N. de la route de Chimay, on aperçoit des carrières, dans lesquelles il existe un calcaire noirâtre contenant des polypiers et de grosses coquilles bivalves (*productus? calcéoles?*). Les couches plongent, au N. 7° O., de 30°. D'autres carrières, situées un peu plus au N., présentent plusieurs bancs qui sont exploités comme marbre. Dans la plus occidentale de ces carrières, les couches plongent, au N. 7° O., de 45°; et, dans la plus orientale, elles plongent exactement, au N., de 30 à 35°. On exploite principalement, comme marbre, trois ou quatre bancs placés vers le milieu de l'épaisseur du groupe de couches visible dans ces carrières. Chacun de ces bancs a 0m,70 à 0m,80 d'épaisseur. Un petit banc, qui n'a guère que 0m,40, est criblé de polypiers et de petites coquilles bivalves. Les couches principales renferment aussi quelques polypiers. Les couches, assez nombreuses, qui sont tant au-dessus qu'au-dessous de celles exploitées comme marbre, ne fournissent que des plaques peu épaisses, à cause des fissures de stratification. On en tire de la pierre à bâtir. Carrières de Trélon. Marbre.

Le bourg de Trélon est assis sur le calcaire; on l'y voit paraître en

beaucoup d'endroits. Le calcaire affleure aussi à la sortie de Glageon, du côté de Trélon, et à Féron, où il y a des carrières de marbre, de même qu'à Glageon. Ce marbre, qui est généralement d'un gris noirâtre, contient beaucoup de polypiers, auxquels il doit ses nuances.

Carrières de Glageon; marbre.

Dans les carrières de Glageon, les couches courent de l'E. N. E. à l'O. S. O., et plongent, du côté du N., de 70°[1]. La couche principale, appelée *gros banc*, a $1^m,46$ de puissance. On en tire le plus beau marbre, dit le glageon fleuri. Ce gros banc repose sur le *banc noir*, de $0^m,24$ d'épaisseur seulement. Sur le gros banc s'appuie une couche très-coquillière, de $0^m,32$ d'épaisseur, dont la pierre n'a point encore été travaillée comme marbre. Sur celle-ci se trouve le *banc moyen*, épais de $0^m,48$, qui fournit le glageon mêlé; puis le *banc du nord*, de $1^m,30$ d'épaisseur, qui donne le glageon moucheté. On exploite de préférence le gros banc et le banc moyen, dont les marbres sont de très-belle qualité. Dans le glageon mêlé, les taches noires sont dues évidemment à des madrépores. Ces couches présentent aussi, par intervalles, quelques taches veinées de bleu et de noir, provenant de coquilles fossiles. La couche la plus coquillière est celle comprise entre le gros banc et le banc moyen. Une partie des fossiles, qui se distinguent par une texture radiée avec un point noir au milieu, appartient à des polypiers ou à des encrines. On y rencontre, en outre, des térébratules, des spirifères, etc. Dans les couches adjacentes, on observe un grand nombre de polypiers, tels que *calamopora*, *cyathophyllum*, etc. On a déjà vu, page 733, que l'abondance des polypiers est un des caractères paléontologiques du calcaire de Givet.

Dans quelques couches, et surtout dans celle qui fournit du marbre noir, on trouve des pyrites en petits cristaux cubiques, de 3 et 4 millimètres de côté.

Environs de Wallers.

Aux environs de Trélon, comme près de Givet et de Chimay, le système du calcaire de Givet est flanqué au N. par celui des psammites du Condros, qui forme une bande parallèle à la sienne.

Sur un coteau situé à l'O. 10° S. de Wallers, on remarque, dans de petites carrières, un calcaire qui contient des polypiers et des encrines. Ce calcaire reparaît de l'autre côté de Wallers, à l'E. 10° N., et forme un coteau qui semble se continuer au loin dans la même direction, et qui n'est, en

[1] Poirier de Saint-Brice, *Annales des mines*, 1re série, tom. XIII, pag. 22.

effet, autre chose que la prolongation du calcaire à Chimay. Ces couches constituent le bord septentrional de la bande du *calcaire de Givet*.

Schiste de Famenne superposé au calcaire.

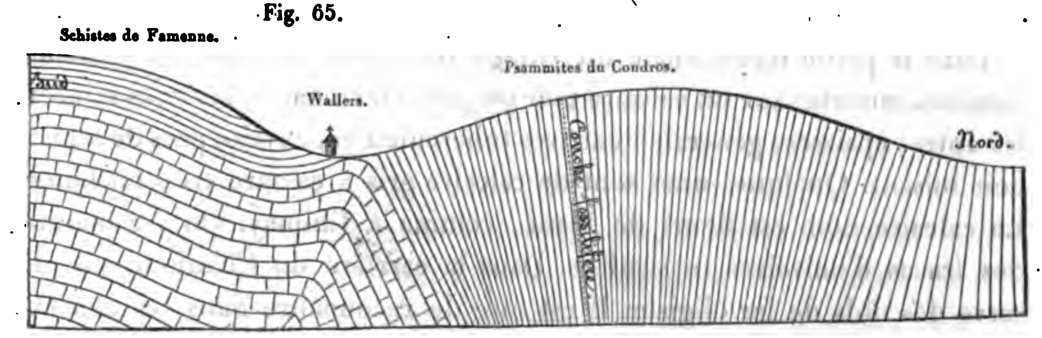
En descendant vers la partie occidentale du village de Wallers, on voit affleurer une grande épaisseur de grauwacke schisteuse à grains fins et friable (schiste de Famenne), présentant, comme près de Givet, des lits de rognons calcaires avec encrines, qui rappellent *Gerolstein*. Toutes ces couches plongent, au N. 25° E., de 30 à 40°; ce qui est une déviation, probablement purement locale, de la direction habituelle. Ce système repose sur les calcaires avec polypiers qui affleurent un peu plus au S., et qui inclinent dans le même sens. La seule présence des rognons calcaires prouve la liaison du calcaire et du schiste.

L'extrémité occidentale du village de Wallers se trouve sur un affleurement de calcaire qui paraît plonger au S. 15° E. C'est, sans doute, le calcaire inférieur au schiste qui se relève en forme de voûte; car le schiste affleure de nouveau au N. de Wallers, au bord de la forêt. Un chemin qui se dirige au N. magnétique, à travers cette forêt, permet de suivre la succession des couches schisteuses.

Psammites du Condros développés dans la forêt de la Fagne au N. de Wallers.

A l'entrée de la forêt, le psammite schisteux est presque vertical, dirigé E. 5° S. A 200 mètres plus loin, le même psammite schisteux plonge, au N. 10° E., de 45°. Un peu après, on rencontre dans ce psammite une petite couche solide, calcarifère, contenant des spirifères, des encrines, etc. Après avoir dépassé le point culminant du chemin, on voit, en descendant vers le ruisseau du Voyon, les couches du psammite schisteux devenir très-fissiles et très-friables, et passer à un schiste argileux et friable. En même temps, le sens de leur inclinaison change. Elles plongent, du côté du S., de 60 à 80°. La protubérance présente, par conséquent, la coupe suivante.

Fig. 65.



Coupe des environs de Wallers, du S. au N.

Position relative des deux systèmes.

Cette bande schisteuse se poursuit vers l'O., et, à la hauteur de Trélon, elle offre la même disposition qu'à Wallers. En général, la coupe ci-dessus me paraît représenter assez bien la position de la bande calcaire qui s'étend de Givet à Glageon, par rapport à la bande schisteuse et psammitique qui la flanque vers le N.

Le système des psammites s'étend à l'O. vers Avesnes.

Le petit monticule sur lequel la nouvelle carte de France marque la cote 208 mètres, au S. de l'étang du Hayon, est composé de psammite schisteux peu solide, avec lits de rognons calcaires, plongeant, vers le S., sous un angle de 30 à 40°. Le plongement méridional de ces schistes doit être le prolongement de l'inflexion observée à Wallers. Dans tout l'intervalle entre l'étang du Hayon et les premières maisons de Trélon, le sol est formé par le psammite schisteux.

Le même schiste s'observe à la sortie du village de Glageon, du côté d'Avesnes; on le revoit de nouveau en descendant dans les bois, vers le Pont-de-Sains, et au pied de la côte, près du château du Pont-de-Sains. Plus à l'O., en commençant à descendre de la rue d'en haut vers Avesnes, on voit affleurer le psammite du Condros. Il est dirigé à peu près de l'E. à l'O. Enfin la limite de la garnison, sur la route d'Avesnes à Trélon, est sur un monticule formé par les roches du même système.

On a cherché de la houille, à plusieurs reprises, à la *demi-route*, sur la route d'Avesnes à la Capelle, avant de descendre à Etrœungt. Il y existe même encore une recherche qu'on ne regarde pas comme définitivement abandonnée. Il est cependant probable qu'il n'y a là qu'un affleurement des psammites du Condros.

Le calcaire de Givet se relève près de Rance. Carrières de marbre.

Le calcaire de Givet se relève au N. de la bande que nous venons de suivre, et affleure aux environs de Rance, en Belgique, sur la route de Chimay à Beaumont. Plusieurs carrières de marbre y sont exploitées.

Dans la partie méridionale du village de Rance, on aperçoit plusieurs carrières ouvertes sur un calcaire noir ou gris, en couches, les unes minces, les autres épaisses, généralement très-tuberculeuses, enveloppées de schiste noir luisant. Quelques-unes sont de calcaire gris à cassure très-conchoïde. Le calcaire noir est fleuri de blanc, comme à Chimay. On y remarque des traces d'univalves turriculées. Dans la carrière du Chaufour, on observe des nids de fer oligiste. Il est aisé de reconnaître dans ces couches les assises supérieures du calcaire de Givet, telles qu'on les voit à Chimay

et à Wallers. Elles sont disposées en voûte ou selle, dirigée de l'E. 25° S. à l'O. 25° N., et elles plongent, d'une part au S. 25° O., et de l'autre au N. 25° E., sous des angles de 20 à 30°.

Elles s'enfoncent sous le schiste de Famenne, sur lequel le village est bâti en grande partie; et, dans la côte qui se trouve à la sortie de Rance, du côté du N., affleure, dans un assez long espace, le schiste de Famenne inclinant du côté du N. Ce schiste continue à former le sol jusqu'à une distance considérable du côté de Beaumont.

A l'E. de Rance, on exploite trois carrières de marbre rouge, ou plutôt de marbre à veines rouges et blanches, contenant un grand nombre de polypiers. Ce marbre a été autrefois très à la mode, et on en voit des tables, à Paris et ailleurs, sur un grand nombre d'anciens meubles. Ces tables sont souvent remarquables par la belle conservation de la texture intérieure des polypiers qu'elles renferment, et qui sont à l'état de spath calcaire blanc. **Marbre rouge.**

Dans la carrière la plus méridionale, les couches de marbre rouge s'enfoncent, vers le S. 20° E., de 25°. Outre les polypiers (*calamopora, cyathophyllum*), le calcaire présente de petites encrines, des térébratules, etc. Dans sa partie supérieure, il passe au schiste de Famenne, par lequel il est recouvert, et qui contient, dans sa partie inférieure, des lits de rognons calcaires.

La seconde carrière était remplie d'eau quand nous l'avons visitée. Son flanc septentrional était formé par le schiste de Famenne, plongeant, au N. 5° O. de 80°. Le marbre rouge de cette carrière offre beaucoup de petits polypiers rameux (*calamopora?*), de petites encrines, etc.

Dans la carrière la plus orientale, appelée *carrière du roc*, on exploite un calcaire rouge tuberculeux, qui renferme beaucoup de polypiers, de petites encrines, etc. Ce calcaire se courbe suivant une voûte dirigée de l'E. 25° S. à l'O. 25° N., dont le côté le plus visible incline, au N. 25° E., de 20°. Il s'enfonce sous le schiste de Famenne, et la carrière a l'apparence d'un cirque imparfait, dont les parois sont de schiste de Famenne plongeant de toutes parts vers l'extérieur.

Le calcaire rouge de Rance est donc constamment recouvert par les schistes de Famenne, auxquels il se lie intimement. Il se montre çà et là par suite de relèvements assez irréguliers. Il constitue probablement des couches ou des masses lenticulaires aplaties dans la partie inférieure de **Le marbre de Rance est intercalé dans la partie inférieure des psammites du Condros.**

ces schistes, qui forment eux-mêmes la base du système des psammites du Condros. Ce calcaire doit donc être considéré comme une dépendance du calcaire de Givet; et on a vu ci-dessus qu'il existe, près de Givet, des calcaires rougeâtres dans une position analogue.

Le calcaire de Givet reparaît aux environs de Maubeuge.

Après s'être enfoncé à Rance au-dessous des psammites du Condros, le calcaire de Givet reparaît plus au N., formant une bande ou un groupe de bandes dont le prolongement s'étend vers Maubeuge.

Les environs de cette ville sont, en effet, traversés par deux bandes calcaires, qui semblent formées par le calcaire de Givet, et qui sont accompagnées, comme la bande de Trélon, par des bandes parallèles de psammites du Condros.

Carrière située près de la fabrique d'armes.

Les couches calcaires sur lesquelles est ouverte la carrière de marbre située à une demi-lieue de Maubeuge, sur la route de Philippeville, près de la fabrique d'armes, appartiennent à la plus méridionale de ces deux bandes. Ce sont des couches de calcaire noir, à surfaces tuberculeuses, ayant de $0^{m},40$ à $0^{m},70$ d'épaisseur; elles plongent, au N. 2° O., de 45°. Elles présentent des veinules rouges contournées. On y trouve des encrines, des cyathophyllums, des spirifères, des coquilles turbinées et des coquilles turriculées (vis, *terebra Hennahii?*). Cette carrière fournit des pierres de taille et des matériaux pour la grande route de Philippeville.

Carrière située près du haut fourneau de Ferrière-la-Grande.

A un demi-quart de lieue plus au S., un peu au N. du haut fourneau de Ferrière-la-Grande, on voit une grande carrière de pierre calcaire, accompagnée d'un four à chaux. Les bancs plongent, au S. 7° E., de 80°. Ils donnent, non-seulement de la pierre à chaux, mais aussi de gros blocs, qu'on emploie comme pierre de taille ou même comme marbre. La plupart des bancs sont dépourvus de fossiles; mais, dans quelques-uns, on rencontre des polypiers, des entroques, grosses et petites, diverses coquilles, etc. Sur le prolongement oriental du même massif calcaire, se trouvent de petits rochers et des carrières d'une dolomie cristalline très-caverneuse, qui paraît être épigène.

Cette dernière appartient peut-être au calcaire de Visé.

Il ne nous est pas démontré que cette masse calcaire fasse partie de la même formation géologique que la précédente. Peut-être appartient-elle au calcaire de Visé; et il pourrait en être de même du calcaire de plusieurs autres carrières qui existent dans la commune de Ferrière-la-Grande, et dont certaines couches sont très-veinées de petits filons blancs, tandis que

d'autres renferment une grande variété de coquilles fossiles, parmi lesquelles on remarque des encrines et beaucoup de grandes coquilles bivalves des genres *spirifer* et *productus*[1], ainsi que des madrépores tubulaires et quelques coquilles univalves turbinées qui sont probablement des *terebra*.

La bande calcaire, simple ou complexe, qui passe à la fabrique d'armes et à Ferrière-la-Grande, se poursuit à l'E. quelques degrés N., et passe dans la partie méridionale du village de Cerfontaine, où on voit affleurer le calcaire sur lequel il a été ouvert anciennement une carrière.

Au delà de Cerfontaine, cette bande calcaire entre bientôt sur le territoire belge, en traversant le bois de Jeumont.

Autre bande calcaire qui passe à Boussois-sur-Sambre.

Une seconde bande calcaire, qui me paraît se rapporter, comme celle de la fabrique d'armes, au calcaire de Givet, se montre sur la rive gauche de la Sambre, à une lieue E. de Maubeuge, dans le village de Boussois-sur-Sambre, bâti sur sa surface. Il existe dans ce village plusieurs carrières, dont quelques-unes sont anciennes. A la sortie du village, du côté de l'O., on en trouve une dont les couches sont inclinées de 50 à 80° au S. 8° E. Leur épaisseur varie entre 0m,25 et 0m,60. L'une de ces couches contient des polypiers; d'autres sont complétement remplies de coquilles turriculées ressemblant extérieurement à des turritelles ou à des vis (*terebra Hennahii?*).

Les couches qui s'exploitent à Boussois se poursuivent, vers l'E. quelques degrés N., dans la direction de la vallée de la Sambre et des villages de Rocq, de Marpent et de Jeumont. On tire, des environs de ce dernier, de beaux marbres de l'espèce dite Sainte-Anne, qui rivalisent avec les variétés les plus renommées de la Belgique.

Bande de psammites du Condros comprise entre les deux bandes calcaires.

Les deux bandes calcaires qui viennent d'être signalées sont séparées par une bande de psammites du Condros, exactement pareils à ceux qu'on observe au N. de Trélon. Dans le village de Cerfontaine, on voit, au bord de la route, affleurer un psammite schisteux, et toute la partie septentrionale du village de Cerfontaine est bâtie sur les mêmes roches, qui sont entamées en plusieurs points. Elles paraissent encore dans tout l'intervalle entre la bande calcaire de Cerfontaine et celle de Boussois. Ainsi le psammite schisteux est entamé par les fossés du chemin, au delà de la mine de fer, à l'E. du bois de Beaurepaire; et, au commencement de la descente, vers Requignies, la charrue entame dans les champs un psammite quartzeux. Enfin, à

[1] Poirier de Saint-Brice, *Annales des mines*, 1re série, tom. XIII, pag. 19.

l'entrée du village de Requignies, affleure le psammite schisteux, dirigé à l'E. 8° N. Sur les pentes de la proéminence où est située l'auberge de Bellevue, sur la route de Maubeuge à Philippeville, les fossés entament une glaise ocreuse et un grès jaunâtre micacé, qui contient quelques traces de fossiles. C'est encore le psammite du Condros.

Seconde bande de psammites du Condros au midi de Ferrière-la-Grande.

Au midi de la bande calcaire de Ferrière-la-Grande et de Cerfontaine, existe une seconde bande de psammites du Condros qui paraît s'appuyer sur le calcaire. Elle commence à peu de distance au midi du petit village de Cerfontaine. En allant de ce village au bois de Quiévelon, on suit un chemin creux qui entame un psammite schisteux très-fin. Ce psammite semble vertical, et court de l'E. 5 à 8° N. à l'O. 5 à 8° S. En descendant du bois de Quiévelon par le chemin de Ferrière-la-Petite, on voit affleurer un psammite, en partie schisteux, qui passe au schiste argileux. Une roche analogue se montre au jour dans un petit vallon où se trouve un étang, entre Ferrière-la-Grande et Ferrière-la-Petite. En se rendant à Ferrière-la-Petite, on rencontre des affleurements d'un psammite schisteux jaunâtre, presque vertical, dirigé de l'E. 6 à 8° N. à l'O. 6 à 8° S. A cette bande psammitique succède, à Ferrière-la-Petite, une bande de calcaire de Visé, dont nous parlerons plus loin.

Autre bande de calcaire de Givet, partant des environs de Bavay.

Le calcaire de Givet paraît aussi au N. de Maubeuge, formant une large bande comprise entre les psammites du Condros, qui dominent aux environs de Maubeuge, et le système du poudingue rouge de Burnot, que l'on observe plus au N.

Environs de Saint-Vaast et de Bavay.

A un quart de lieue avant d'arriver à Saint-Vaast-lès-Bavay, par la route qui se rend de Valenciennes à Maubeuge, le terrain de craie avec silex s'interrompt brusquement à la rencontre d'un calcaire gris à cassure raboteuse, disposé en bancs horizontaux. Dans le village de Saint-Vaast, ces bancs calcaires se présentent à droite et à gauche de la route, et ils s'étendent au loin dans la direction de l'E. Ils forment les environs de Bavay, où ils sont seulement recouverts, sur les hauteurs, par des dépôts tertiaires.

Carrières de Hon-Hergies.

A Hon-Hergies, à 3/4 de lieue au N. de Bavay, on exploite, sur le prolongement de ces bancs calcaires, de grandes carrières de marbre qui sont célèbres depuis longtemps par la beauté des blocs et par la facilité avec laquelle ils se taillent suivant toutes sortes de formes. Les bancs de marbre,

d'abord horizontaux, et ensuite inclinés, vers le N., de 60 à 70°, constituent une masse de 6 mètres d'épaisseur, divisée par des fentes qui facilitent l'exploitation. Cette masse offre différentes espèces de marbres gris, blancs et d'un gris bleuâtre foncé, variés et accidentés par une foule de coquilles, de madrépores et autres corps marins [1].

Carrières d'Autreppe.

Dans les carrières d'Autreppe, situées à 3/4 de lieue au N. O. de Hon-Hergies, on exploite un calcaire d'un gris noirâtre, tantôt compacte, tantôt un peu grenu. Il renferme divers fossiles et notamment des polypiers, et rappelle complétement les calcaires de Trélon et de Glageon. Les couches, dont les surfaces sont tuberculeuses, ont de 0m,20 à 0m,80 de puissance. Elles sont terminées par une surface horizontale, que recouvrent des couches de craie marneuse un peu chloritée, dans lesquelles on trouve des huîtres et d'autres fossiles; mais elles sont ondulées, quelquefois horizontales, quelquefois inclinées de 20°, et elles semblent s'appuyer sur le massif des roches rouges de Montignies-sur-Roc.

Grande bande formée, à partir de Montignies-sur-Roc, par le système du poudingue rouge de Burnot.

Le village de Montignies-sur-Roc est bâti au haut d'un escarpement composé de grès argilo-schistoïde d'un rouge foncé, bariolé de verdâtre. Ce grès passe, d'une part, au psammite, et même à des schistes argileux rouges assez friables, et, de l'autre, à des conglomérats quartzeux parfois très-grossiers : des couches de quartzite rougeâtre très-dur y sont intercalées. Les couches sont fortement inclinées. Ce système de roches rouges se montre à Montignies-sur-Roc, et s'étend de là vers l'E. jusqu'à Gerpinnes, en passant au N. de Thuin et de Merbes-le-Château, puis ensuite jusqu'à Dave, dans la vallée de la Meuse, où les observations de M. d'Omalius d'Halloy et de M. Dumont ont appris qu'il s'ouvre pour laisser paraître, comme à travers une boutonnière, une petite saillie de terrain ardoisier. Tournant ensuite çà et là à l'E. N. E., il s'étend d'abord jusqu'à Huy; et on peut voir, sur la carte de M. Dumont [2], qu'il se poursuit d'abord jusqu'à l'Ourthe, puis jusqu'au delà d'Eupen, en formant une longue et large bande qui joue un rôle important dans la constitution de cette partie de la Belgique. Ce même système se prolonge aussi dans la direction opposée vers le territoire français. Il se présente, sous la forme d'un poudingue, dans le bois d'Angre, où il constitue, sur les bords du Hongneau, un rocher nommé le

[1] Héricart de Thury, *Annales des mines*, 1re série, tom. VIII, pag. 89.

[2] Dumont, *Mémoire sur la constitution géologique de la province de Liége.*



caillou Quibic. On ne peut le suivre au jour plus à l'O.; mais des sondages ont fait reconnaître son prolongement au-dessous de la craie. Il paraît limiter au S. le terrain houiller de Valenciennes, comme il limite ceux de Mons et de Charleroi.

Le calcaire de Visé se montre en différents points dans la partie S. E. du département du Nord.

La partie S. E. du département du Nord, dans laquelle nous venons de signaler, en un si grand nombre de points, le calcaire de Givet et les psammites du Condros, n'est pas occupée en entier par ces deux systèmes de couches. Le calcaire de Visé s'y montre aussi en différents endroits.

Comment ce calcaire se présente entre la Meuse et la frontière française.

Réapparition des bancs calcaires à l'O. sur le territoire français.

Ce calcaire, que la Meuse coupe plusieurs fois entre Givet et Namur, notamment à Dinant, forme, dans l'espace compris entre cette rivière et la frontière française, plusieurs bassins allongés, resserrés et comme pincés entre les terrains plus anciens qui les entourent. On peut suivre la plus méridionale de ces bandes de calcaire de Visé depuis Freyr et Hastir, sur les bords de la Meuse, jusqu'aux environs de Walcourt, et on en retrouve d'analogues dans la partie S. E. du département du Nord, où elles sont exploitées, soit comme pierre à bâtir ou comme pierre à chaux, soit comme marbre, dans diverses carrières.

Carrières de Ferrière-la-Petite.

Des couches qui correspondent à peu près à celles des environs de Walcourt, reparaissant et se prolongeant vers l'O. S. O., traversent la commune de Ferrière-la-Petite. Lorsqu'on suit le chemin qui de Ferrière-la-Petite conduit vers le bois de Quiévelon, on voit affleurer, près du ruisseau sur lequel passe le chemin, un calcaire noir qui renferme les bancs de kieselschiefer propres au calcaire de Visé et de Dinant. Ils plongent, vers le midi, d'environ 45°. On a creusé, à Ferrière-la-Petite, deux grandes carrières, qui donnent un beau marbre lumachelle noir, analogue au petit granite des Écaussines, et parsemé, comme lui, d'une infinité de petites taches blanches ou grisâtres dues à des entroques. Ces carrières présentent plusieurs autres variétés de marbre. Les couches sont inclinées de 9 à 10° au midi.

Carrières de Saint-Remi-mal-Bâti et de Bachant.

C'est sur le prolongement des mêmes couches, vers l'O. S. O., que paraissent être ouvertes les carrières de Saint-Remi-mal-Bâti et de Bachant. Ces carrières fournissent un marbre d'un beau noir foncé, analogue à celui de Dinant [1].

[1] Poirier de Saint-Brice, *Annales des mines*, 1re série, tom. XIII, pag. 19.

La Grande-Carrière.

Enfin la même série d'affleurements semble traverser la Sambre à peu de distance de Pont-sur-Sambre, et atteindre le bord de la forêt de Mormal au village dit la *Grande-Carrière*, dont les habitants sont, en grande partie, occupés à exploiter ce même calcaire. A partir de ce point, la ligne des affleurements calcaires disparaît sous les sables tertiaires.

Carrières de Dourlers.

Plus au S., il existe aussi des carrières de marbre à Dourlers. On y trouve une brèche compacte composée de fragments de marbre, couleur cendrée, blanc rougeâtre, etc. [1].

Carrières du camp de César, près d'Avesnes.

Une autre série de carrières ouvertes sur le calcaire de Visé commence au camp de César, au N. E. et à une demi-lieue d'Avesnes, sur une colline qui domine la rive droite de la Grande-Helpe. Elles donnent, outre une pierre bleu foncé, un petit granite d'une qualité moyenne. Les couches plongent de 20 à 35° vers le N. 15 à 20° O. Dans ces carrières, les couches, chargées d'encrines, alternent avec d'autres, qui en offrent à peine quelques traces. On y observe, avec les encrines, des productus [2], des térébratules, des évomphalus, etc.

D'autres carrières existent à Avenelles, village situé à un quart de lieue à l'E. d'Avesnes; d'autres encore, le long de la route d'Avesnes à Landrecies, près du Baldaquin et de la Cressinière. On y extrait de la pierre à chaux, de la pierre pour les routes, et de la pierre de taille.

Carrières du Baldaquin.

Près du Baldaquin, dans les carrières les plus septentrionales et les plus voisines de la route, on rencontre un calcaire noirâtre, dit calcaire bleu, qui contient quelques traces de fossiles. Dans les carrières les plus méridionales, on voit un calcaire gris blanchâtre, terne, très-peu fétide, criblé de débris d'entroques, renfermant un grand nombre de productus à l'état spathique. Ce calcaire est très-imparfaitement stratifié. La carrière ne présente presque qu'une seule masse avec quelques fentes. La stratification, quoique très-peu marquée, paraît plonger au S. 15° E., et, par conséquent, ce calcaire doit être superposé au calcaire bleu des carrières septentrionales.

Parmi ces calcaires blancs du système du calcaire de Visé, M. de Verneuil a découvert une variété oolithique, qui ressemble, d'une manière étonnante, aux oolithes jurassiques.

[1] Héricart de Thury, *Annales des mines*, 1re série, tom. VIII, pag. 55.

[2] Poirier de Saint-Brice, *Annales des mines*, 1re série, tom. XIII, pag. 21.

Carrières de Marbaix.

Au S. du village de Marbaix, situé sur la route d'Avesnes à Landrecies, on trouve des carrières considérables, ou plutôt une longue série de carrières ouvertes sur l'affleurement des couches du calcaire carbonifère, et qui sont célèbres depuis longtemps comme fournissant des pierres de taille qu'on transporte jusqu'à une grande distance. Cette file de carrières suit, sur une longueur de près d'un quart de lieue, l'affleurement du calcaire carbonifère, et traverse le vallon au S. de Marbaix, dans la direction d'un signal géodésique. Les couches y plongent généralement, au S. 8° E., de 35 à 40°; mais, à l'extrémité S. O. de la file des carrières, elles se relèvent au S., ce qui indique un reploiement des couches. Le calcaire a généralement la teinte d'un noir bleuâtre qui le fait désigner sous le nom de calcaire bleu. Les couches sont nombreuses. Elles ont de $0^m,50$ à $1^m,50$ d'épaisseur. Elles sont très-peu fendillées et n'offrent pas d'indices de division en strates. Dans l'une d'elles, j'ai remarqué des lits de tubercules de silex noirs, auxquels les ouvriers donnent le nom de clous. Une autre est remplie d'entroques, au point de prendre la structure connue sous la dénomination de petit granite, et de ressembler complétement au petit granite des Écaussines et à celui de Ferrière-la-Petite. La plupart, cependant, ne renferment qu'une petite quantité de ces débris organiques.

Aux environs de Marbaix et dans le village même, il existe d'autres carrières ouvertes sur des couches qui semblent séparées des précédentes par des dislocations.

Carrières d'Étrœungt.

Le calcaire de Visé se montre encore beaucoup plus au S., à Étrœungt; mais nous n'avons pu vérifier si de ce dernier point il se lie, d'une manière continue, à celui des environs d'Avesnes. Peut-être le calcaire d'Étrœungt n'est-il que la tête d'une bande particulière du calcaire de Visé qui se prolongerait à l'E., au-dessous des terrains tertiaires et crétacés.

Dans la partie méridionale d'Étrœungt, il y a, de part et d'autre de la route de la Capelle, de grandes carrières de calcaire. Le calcaire est blanchâtre et pétri de débris d'encrines. Il ne lui manque qu'une teinte noirâtre pour être un petit granite. Il contient aussi de gros productus pareils à ceux de la carrière du Baldaquin. On y trouve à peine quelques faibles indices de stratification, qui sont peu éloignés de l'horizontale. Des fentes dirigées en différents sens contribuent à la masquer. Quelques-unes de ces

fentes sont verticales. La carrière est traversée par un banc vertical de dolomie, dirigé E. 20° N.

A un quart de lieue au N. E. du village d'Etrœungt, on voit une carrière de calcaire bleu.

Dans ce qui vient d'être dit sur les bandes du terrain anthraxifère qui constituent le sol de la partie du département du Nord comprise entre Trélon et Montignies-sur-Roc, il n'a été question que de leur apparition à la surface. L'ordre que nous admettons dans leur superposition est une conséquence des noms que nous leur avons donnés et de ce qui a été dit précédemment. Nous reviendrons plus loin sur la manière dont ces couches s'ajustent entre elles en se repliant.

Bande calcaire située au N. de la bande houillère de Mons à Valenciennes.

Le calcaire de Visé existe aussi au N. de la bande houillère qui s'étend de Mons à Valenciennes. Il forme, de ce côté, une zone continue, dirigée presque exactement de l'E. à l'O., qui limite la bande houillère au N., comme la bande des roches rouges de Montignies-sur-Roc la limite au S.

Le calcaire de cette bande septentrionale ne se montre nulle part au jour dans le département du Nord[1]; il ne se présente à découvert que sur le territoire belge, à Blaton, à Peruwelz et à Tournai.

Carrières de Tournai.

A une lieue de Saint-Amand, en allant à Tournai, on commence à rencontrer les bancs du calcaire bleu, surtout vers la base des hauteurs qui dominent la vallée où la route est tracée. Tournai est connu depuis longtemps par ses nombreuses carrières, d'où on tire les belles pierres de taille dont cette ville est bâtie presque entièrement, et qui ont puissamment contribué à la beauté de ses quais et de ses édifices publics. Le calcaire des carrières de Tournai est, en outre, précieux, en ce qu'il donne une chaux éminemment hydraulique.

Prolongement souterrain du calcaire de Tournai.

Ces bancs ne se bornent pas aux environs de la ville de Tournai; ils s'enfoncent et s'étendent fort au loin sous le sol du département du Nord. En effet, sur la frontière de ce département, dans la commune de Vieux-Condé, au midi de Peruwelz, on a entrepris des recherches qui ont fait reconnaître les couches du calcaire de Visé à 13 mètres de profondeur. A Flines-lès-Mortagne, un sondage paraît les avoir également indiquées à 15 ou 18 mètres; mais, passé ce point, le calcaire de Visé s'enfonce de plus en

[1] Poirier de Saint-Brice, *Annales des mines*, 1re série, tom. XIII, pag. 36.

plus sous les couches horizontales des terrains morts. Un sondage exécuté à Lille, en 1839, par M. Degousée, pour l'établissement d'un puits artésien, a rencontré ce calcaire au-dessous de la craie à la profondeur de 100 mètres. On assure qu'un autre sondage fait, en 1822, à Lambersart, au N. O. de Lille, avait atteint le même calcaire à 80 mètres. Un sondage exécuté par M. Degousée, à Flines-lès-Raches, entre Douai et Orchies, a aussi rencontré le calcaire de Visé, mais à une profondeur plus considérable.

Les couches de la bande calcaire septentrionale sont peu inclinées.

Dans la bande calcaire septentrionale, la direction générale des couches est la même que dans la bande méridionale, c'est-à-dire de l'E. quelques degrés N. à l'O. quelques degrés S.; mais leur inclinaison est seulement d'environ 10° du côté du midi. En général, dans les points connus de cette bande, l'inclinaison des couches paraît moins forte que dans l'autre, et elle se rapproche même très-souvent de l'horizontale[1].

La bande houillère du département du Nord est comprise entre les deux bandes de terrain anthraxifère que nous venons de décrire au S. et au N. de Valenciennes.

Situation de la bande houillère du département du Nord.

La ligne suivant laquelle le bord des terrains morts, disposés en couches horizontales, embrasse, ainsi que nous l'avons dit plus haut, le massif des terrains en couches repliées et inclinées, sort du territoire français un peu au N. O. de Montignies-sur-Roc, et, après avoir fait un vaste crochet dans le pays de Mons, elle reprend son cours vers Tournai, sans presque repasser notre frontière. Il résulte de cette disposition que le terrain houiller, qui n'existe qu'au N. de Montignies-sur-Roc, ne se montre au jour en aucun espace un tant soit peu étendu du département du Nord, ce qui n'empêche pas qu'il ne joue un rôle important dans la constitution et dans la richesse minérale de ce département.

Elle ne se montre pas à la surface.

Elle est le prolongement de la grande bande houillère de la Belgique.

La bande houillère qui pénètre souterrainement en dedans de notre frontière, et sur laquelle sont établies les importantes exploitations de Fresnes, d'Anzin et de Douchy (près de Valenciennes), d'Aniche, etc., est le prolongement de cette grande bande houillère qui traverse à découvert tous les pays compris entre le Rhin et l'Escaut, et qui, après celle du pays de Galles, est peut-être la plus riche en houille qui soit aujourd'hui connue. Sur une

Richesse

[1] Poirier de Saint-Brice, *Annales des mines*, 1re série, tom. XIII, pag. 37.

longueur de 25 myriamètres, et, généralement, sur moins d'un myriamètre et demi de largeur, sont situées, presque sans interruption, les nombreuses et riches houillères de la Prusse rhénane et des provinces de Liége, de Namur et de Mons, qui, dès l'année 1809, époque où ces contrées faisaient partie dela France, occupaient immédiatement plus de 35,000 ouvriers, et produisaient annuellement au moins 33,000,000 de quintaux métriques de houille[1].

de la bande houillère qui s'étend du Rhin à l'Escaut.

En 1835, les mines de houille de la Belgique, qui sont toutes comprises dans la bande dont il s'agit, mais qui n'en forment qu'une partie, ont produit 29,000,000 de quintaux métriques de houille.

Elle se cache sous les morts-terrains en approchant du territoire français.

Dans les provinces que nous venons de citer, le terrain houiller se montre généralement au jour. Depuis Eschweiler, dans la Prusse rhénane, jusqu'aux environs de Mons, partout, à quelques légères exceptions près, les schistes, les grès, affleurent à la surface; souvent même la houille s'y décèle elle-même. Mais, en avançant davantage vers l'O., le niveau de cette formation s'abaisse peu à peu, comme celui des terrains du calcaire de Visé, du psammite du Condros et du poudingue de Burnot. Des terrains plus récents, calcaires, argileux et arénacés, disposés en couches horizontales, recouvrent les terrains houillers, et, en même temps qu'ils font disparaître tous les indices de la présence de la houille, augmentent considérablement les difficultés de l'exploitation. L'épaisseur de ces couches, nommées *morts-terrains* par les mineurs, devient, ainsi que nous l'avons déjà dit, plus considérable à mesure qu'on avance vers le S. O. dans l'intérieur de la France. Cette épaisseur n'est que de 30 à 40 mètres près de la frontière, aux environs de Condé; mais, dans les environs de Valenciennes, on en rencontre déjà 70 à 80, et, à Aniche, 120 et plus[2]. Sous ce rapport, le terrain houiller ne se distingue en rien du grand massif de terrain en couches inclinées dont il fait partie intégrante, et dont le mode général d'enfoncement au-dessous des morts-terrains a été décrit page 728.

En s'avançant vers l'O., elle s'enfonce de plus en plus.

Le terrain houiller ne se montrant pas au jour dans le département du Nord, son existence a dû nécessairement rester longtemps ignorée. Dans

[1] De Bonnard, *Notice sur diverses recherches de houille entreprises dans le département du Pas-de-Calais.* (*Journal des mines*, tom. XXVI, pag. 415, 1809.)

[2] *Id., ibid.*, tom. XXVI, pag. 422.

les environs de Mons et de Liége, l'origine des exploitations se perd dans la nuit des temps : on sait que les houillères du ci-devant Hainaut autrichien étaient déjà en activité il y a huit siècles [1]. Mais il n'y a guère plus de cent ans qu'on s'est assuré que le terrain houiller se prolonge au-dessous du territoire du département du Nord.

Recherches qui l'ont fait découvrir.

Lors de la cession d'une partie du Hainaut à la France, en 1678, il n'y existait aucune exploitation de houille, et l'on continua encore longtemps à tirer de l'étranger ce combustible, dont l'usage était déjà répandu dans le pays. En 1716, M. le vicomte Desandrouin, né Belge, et qui faisait exploiter des mines de houille dans les environs de Charleroi, vint faire des recherches dans le Hainaut français, et s'en occupa sans relâche. Les recherches furent commencées, en 1717, par M. le vicomte Desandrouin, aidé de M. Mathieu [2]; mais les obstacles se multiplièrent sous leurs pas, et ce ne fut qu'au bout de dix-sept années de travaux, et après avoir creusé en vain quatorze puits sur les territoires de Fresnes, Aubry, Étrœux, Quarouble, Bruay, Crespin et Valenciennes, qu'on découvrit enfin, le 24 juillet 1734, sur le territoire d'Anzin, une très-belle couche de houille, de la meilleure qualité. Bientôt après, on en rencontra d'autres; bientôt aussi la société trouva, dans les bénéfices qu'elle fit, un ample dédommagement de ses avances, et les moyens de faire de l'établissement d'Anzin l'exploitation la plus considérable de France [3].

Prospérité croissante des mines qu'on y a ouvertes.

Le produit des mines d'Anzin était déjà, en 1777, d'après Monnet [4], de plus de 120,000 mannes de charbon, mesure qui tient 250 livres, ce qui équivaut à plus de 300,000 quintaux ordinaires, ou à peu près 150,000 quintaux métriques. Il a beaucoup augmenté depuis cette époque. Il s'est élevé, en 1839, pour tout le département du Nord, à 7,497,058 quintaux métriques, ayant une valeur de plus de *dix millions* de francs [5].

Composition du terrain houiller du département du Nord.

Le terrain houiller du département du Nord est composé principalement d'argile schisteuse et de grès. Ces deux roches forment des couches très-

[1] De Bonnard, *Notice sur diverses recherches de houille entreprises dans le département du Pas-de-Calais.* (*Journal des mines*, tom. XXVI, pag. 425, 1809.)

[2] *Id., ibid.*, tom. XXVI, pag. 424.

[3] Daubuisson, *Description des houillères d'Anzin.* (*Journal des mines*, tom. XVIII, pag. 119.)

[4] Monnet, *Description minéralogique de la France*, publiée en 1780, pag. 56.

[5] *Compte rendu des travaux des ingénieurs des mines pour 1840.*

régulières, qui alternent à un grand nombre de reprises différentes, mais sans ordre déterminé, en conservant un exact parallélisme dans tous les plis et replis qu'elles présentent[1]. Des couches de houille sont intercalées en différents points de la série qu'elles constituent.

Argile schisteuse (*roc* des mineurs).

L'argile schisteuse (*roc* des mineurs) offre plusieurs variétés. Elle est composée essentiellement d'argile plus ou moins feuilletée, quelquefois compacte, et souvent pailletée de mica blanchâtre. Dans son état le plus ordinaire, elle est d'un grain fin, douce au toucher, et toujours assez tendre pour se laisser rayer par l'ongle. Sa cassure est d'un aspect terreux et terne, surtout dans les fragments d'une faible épaisseur. Sa couleur, qui varie entre le gris, le noir et le brunâtre, est comparable à celle d'une teinte d'encre de Chine plus ou moins foncée. Les teintes les plus sombres appartiennent aux assises qui avoisinent la houille. Dans l'intérieur des travaux, l'argile schisteuse a souvent une assez grande consistance; mais elle se délite facilement lorsqu'elle a subi le contact de l'air. On ne distingue quelquefois, dans sa composition, qu'une argile assez pure; mais, le plus habituellement, elle est modifiée par la présence de quelques matières étrangères. Presque toujours elle renferme du mica blanchâtre : dans quelques localités, il est en parcelles si ténues, qu'on ne se procurerait que de la véritable poussière, s'il était possible de les séparer de l'argile qui les contient. Alors elle se divise en plaques minces, très-droites, ayant une certaine consistance.

Les argiles schisteuses passent aux grès houillers.

On remarque souvent que la pâte de ces argiles schisteuses devient grenue, et qu'elle n'est plus, comme avant, douce au toucher. Ces argiles passent alors aux grès des houillères, dont les parties fines et micacées présentent, pour ainsi dire, les limites extrêmes des changements que les argiles schisteuses sont susceptibles d'éprouver[2].

Grès houillers (*kuerelles* des mineurs).

Ces grès, qui, dans le langage des mineurs, portent le nom de *kuerelles*, sont composés de grains de quartz, de schiste, de kiesel-schiefer, quelquefois de feldspath, etc., agglutinés par un ciment généralement argileux. Presque toujours les grains de quartz en forment la masse principale : le ciment, alors très-peu abondant, est presque invisible. Ces grains ont différentes couleurs; mais, en général, la masse paraît d'un gris sombre. Le grès ren-

[1] Daubuisson, *Description des houillères d'Anzin.* (*Journal des mines*, tom. XVIII, pag. 127.)

[2] Garnier, *Mémoire sur la recherche de nouvelles mines de houille dans le département du Pas-de-Calais*, pag. 40.



ferme, ainsi que les argiles schisteuses, une grande quantité de paillettes de mica, qui lui ont fait donner le nom de psammite. La texture en est quelquefois schisteuse, et elle le devient d'autant plus que les grains dont il est formé diminuent davantage de grosseur. Enfin il passe, par des nuances insensibles, aux argiles schisteuses, comme nous avons dit que celles-ci passent aux grès.

Ces grès, quoique ayant l'apparence schisteuse, ne se divisent cependant presque jamais en plaques aussi minces que les argiles, et les morceaux résultant de leur division ont souvent des formes indéterminées.

La couleur de la masse est le grisâtre, passant au jaunâtre ou au brunâtre, présentant ainsi, généralement, une couleur sombre qui, dans les teintes un peu foncées, rappelle celle déjà indiquée pour les schistes[1]; et, comme pour les schistes, elle est plus foncée dans le voisinage de la houille.

Ils sont généralement remarquables par la finesse de leur grain.

En général, les grès houillers du département du Nord, et même de toute la bande houillère du N. de la France et de la Belgique, sont à grain remarquablement fin, si on les compare aux grès houillers des bassins circonscrits de l'intérieur de la France. Ils contiennent cependant, quelquefois, des grains de quartz ou de phtanite, de la grosseur d'un pois, et, très-rarement, de celle d'une noisette. On peut alors les qualifier de poudingues.

Ils passent quelquefois aux poudingues.

Fer carbonaté lithoïde en rognons et en couches.

Fréquemment les schistes offrent, entre leurs feuillets plus ou moins contournés, des rognons aplatis de fer carbonaté lithoïde, disposés par lits. Ce fer carbonaté se trouve également en petites couches subordonnées. Il est tantôt compacte et tantôt grenu, ayant, dans ce dernier état, l'apparence oolithique. Les couches qu'il forme au milieu du schiste argileux, et même de la houille, sont assez continues, principalement dans le schiste. Souvent, cependant, ces couches s'interrompent par intervalles, puis on les retrouve à une certaine distance; souvent aussi, surtout dans la houille, le minerai est en rognons isolés ou en masses un peu aplaties, distinctes les unes des autres, et qui forment, néanmoins, une espèce de lit parallèle à la couche qui les renferme[2].

Pyrites.

Le fer sulfuré est la substance accidentelle qui paraît la plus commune

[1] A. du Souich, *Essai sur les recherches de houille dans le nord de la France*, pag. 50, 1839.

[2] Poirier de Saint-Brice, *Géognosie du département du Nord.* (*Annales des mines*, 1re série, tom. XIII, pag. 291.)

dans la formation houillère : il se rencontre fréquemment, dans certaines couches, en petites masses disséminées, ou bien en lames très-minces, appliquées sur la houille entre les feuillets. Sa présence nuit beaucoup à la qualité du combustible[1].

On remarque que, dans le voisinage immédiat des couches de houille, qui sont intercalées, à des intervalles plus ou moins grands, dans le système des couches d'argile schisteuse et de grès, la structure de la roche éprouve des variations.

Variétés particulières d'argile schisteuse qu'on trouve en contact avec la houille.

Les couches de houille sont souvent accompagnées, au *toit* ou au *mur*, d'un schiste bitumineux, que les ouvriers désignent sous le nom de *scaillages* ou *escailles*.

Ce schiste est d'un noir luisant, à feuillets sinueux et non parallèles, se divisant quelquefois, sous les doigts, en une infinité de petits fragments écailleux, et présentant, d'autres fois, une assez grande solidité. Les parcelles de ce schiste sont prises fréquemment pour du charbon; mais, quand elles sont tout à fait broyées, elles offrent une poussière d'un noir différent de celui de la houille. Du reste, ce schiste constitue, lorsqu'il accompagne les houilles grasses, une sorte de combustible dont on tire souvent parti sur les lieux de l'exploitation. Considéré comme roche, il n'a que peu d'importance.

Distinction entre le *toit* et le *mur* des couches de houille.

La structure de la roche qui avoisine les couches de houille n'est pas la même au toit et au mur : au toit, le schiste est en feuillets droits, renfermant des empreintes bien entières; au mur, au contraire, la structure est tout à fait irrégulière, et on ne trouve que des végétaux brisés et froissés.

Cette différence est assez constante pour qu'elle puisse servir à reconnaître si les couches fortement inclinées sont renversées ou non au delà de la verticale. Les mineurs donnent même vulgairement le nom de *toit* aux schistes du toit, et le nom de *mur* à ceux du mur. Ils appellent, au contraire, *roc* les argiles schisteuses qui ne sont point en relation immédiate avec les veines de houille[2].

Lits argileux intercalés dans les couches de houille.

Il arrive souvent que les veines de houille sont divisées en deux ou trois parties par des lits d'argile noire, tendre ou pulvérulente, que l'on nomme *houage* ou *havrit*. Cette argile sépare quelquefois les veines de leur mur.

[1] Poirier de Saint-Brice, *Géognosie du département du Nord.* (*Annales des mines*, 1re série, tom. XIII, pag. 290.)

[2] A. du Souich, *Essai sur les recherches de houille dans le nord de la France*, pag. 49.



Régularité de la stratification.

Ces légers accidents de stratification se poursuivent dans le terrain du N. de la France avec une continuité qui, d'après la remarque judicieuse de M. A. Burat, forme un de ses caractères distinctifs les plus tranchés, lorsqu'on le compare aux bassins circonscrits que nous avons étudiés précédemment dans l'intérieur et dans le midi. En général, les grès, les argiles schisteuses et la houille, y sont beaucoup plus régulièrement stratifiés; les couches, plus minces et plus distinctes, y conservent plus longtemps leur épaisseur et leurs caractères. Les moindres modifications de nature, de grain ou de coloration, peuvent se suivre au loin, et déterminent, dans le terrain, des zones très-marquées. Les grès et les argiles schisteuses des bassins circonscrits, généralement plus massifs, sont beaucoup plus grossièrement mélangés. La houille, plus réunie, forme, au milieu des autres roches, de plus grands amas. Elle semble avoir été inégalement comprimée par elles, par suite d'une stratification plus locale, résultat probable de l'action d'affluents dont l'effet était nécessairement moins sensible dans un bassin maritime.

Couches de houille plus régulières, plus minces et plus nombreuses que dans la plupart des bassins circonscrits.

Les couches de houille du terrain houiller du N. de la France, bien qu'à peu près identiques, par leur nature, avec celles des bassins du centre et du midi, offrent cependant aussi, dans leur forme et dans leur allure, des caractères tout à fait distinctifs. Le plus saillant de ces caractères est le grand nombre des couches et leur faible épaisseur. Les couches exploitées ont une puissance de $0^m,35$ à $0^m,75$. La couche nommée à Anzin la *grande veine* n'a guère plus d'un mètre de puissance. Une autre circonstance, non moins caractéristique, est l'allure régulière des couches, qui n'ont presque jamais aucun de ces renflements, et, par contre, qui ne sont que rarement sujettes aux crains, si ordinaires dans les bassins circonscrits des autres parties de la France. Ainsi, sur des champs d'exploitation de 800 et de 1,200 mètres de côté, la plupart des couches n'éprouvent aucune altération dans leur épaisseur, qui se continue même dans les plis du terrain : bien différentes en cela des couches des bassins du centre et du midi, qui atteignent souvent des puissances énormes, pour se réduire ensuite à des filets dont il n'est pas toujours possible de suivre la trace. Ce caractère spécial des couches du N. est ce qui assure l'avenir des exploitations : car, si l'on tient compte du nombre considérable de ces couches et de leur grande étendue, on voit que les principaux centres (Anzin, Denain,

Lourches (près de Douchy), Fresnes, Vieux-Condé, Aniche) ne présentent pas, en somme, moins de 4 à 6 mètres d'épaisseur de houille exploitable, et que la régularité de la stratification permet à l'exploitation de marcher d'un pas plus ferme et plus confiant, sous la vaste superficie de la bande houillère, qu'elle ne peut le faire dans les autres bassins, dont l'apparence est beaucoup plus riche, mais où l'allure est moins certaine. Richesse du terrain houiller.

En interprétant théoriquement cette régularité du terrain, on est conduit à reconnaître, dans les phénomènes qui ont produit les couches du bassin septentrional, une unité d'action qui n'a pas existé pour les autres terrains : circonstance, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, parfaitement d'accord avec la supposition de son dépôt dans un bassin maritime. Cette uniformité se retrouve encore lorsqu'on examine la nature des houilles contenues dans ces couches.

Les houilles du N. sont homogènes et nettement séparées du schiste. Leur qualité ne varie pas dans la même couche, et les couches d'un même faisceau sont aussi de qualité analogue, sinon identique. Lorsque les couches sont divisées en plusieurs parties par des veines ou nerfs de schiste, ces nerfs suivent eux-mêmes les accidents et l'allure de la stratification à laquelle ils participent d'une manière continue, de telle sorte que, après l'abatage, le triage de la houille est toujours facile : bien différents en cela des bancs qui jouent le même rôle dans les houillères méridionales, et qui, tantôt se renflent jusqu'à supprimer la houille, tantôt disparaissent pour reparaître ensuite à d'autres niveaux. Cette circonstance de pureté est une des conditions les plus réelles de la richesse minérale du N. de la France, car c'est celle qui la défend avec le plus d'efficacité contre les houilles méridionales, que le développement des exploitations et le perfectionnement des voies de communication amènent en concurrence sur le marché de Paris et au delà[1]. Uniformité de nature et pureté des couches de houille.

La houille n'a pas la même qualité dans toute l'épaisseur du terrain; on trouve, au contraire, qu'elle devient de plus en plus sèche à mesure qu'on arrive vers les couches les plus anciennes. Variations qu'éprouve la nature de la houille d'un étage à l'autre du terrain houiller.

Ces diverses qualités peuvent faire diviser le terrain houiller, proprement dit, en trois étages, renfermant :

[1] A. Burat, *Notes inédites.*

Le premier, ou l'inférieur, des houilles anthraciteuses;

Le deuxième, des houilles maigres;

Le troisième, ou le supérieur, des houilles grasses.

Nombre des couches de houille.

A Valenciennes, on exploite onze couches de houille, qui ont de $0^m,30$ à 1 mètre d'épaisseur. Quant aux couches qui, à cause de leur faible épaisseur, ne sont pas exploitées, on en a reconnu plus de quarante.

A Aniche, il en existe plus de vingt-quatre, et l'épaisseur de celles que l'on exploite ne dépasse pas $0^m,75$ [1].

Empreintes végétales.

Les variétés de l'argile schisteuse, qui sont fissiles et micacées, offrent un grand nombre d'empreintes végétales, qui souvent reproduisent, avec une étonnante netteté, les parties les plus déliées et les plus délicates des dessins superficiels que l'on observe sur les tiges et sur les feuilles des grands végétaux de l'ancien monde. Souvent on voit que les parties charnues ou solides de ces végétaux se sont converties, au milieu de ces argiles micacées, en houille très-éclatante; d'autres fois ils ont éprouvé une substitution de matières étrangères. Les grès houillers contiennent, ainsi que les argiles schisteuses, une grande abondance de restes végétaux; mais ces empreintes ne sont parfaitement caractérisées que lorsque les substances dont la roche est composée sont d'une extrême ténuité. Ce sont plus souvent des tiges que des feuilles qu'on remarque dans les grès.

Tiges placées perpendiculairement aux couches du terrain.

Ces tiges sont, pour la plupart, aussi bien que les feuilles, couchées et comprimées entre les feuillets de la roche; cependant on a, depuis quelques années, signalé, dans les mines d'Anzin, plusieurs exemples de grandes tiges végétales placées perpendiculairement aux couches du terrain, ainsi qu'on l'avait déjà observé dans beaucoup d'autres localités, notamment à Saint-Etienne. (Voyez ci-dessus, page 510.)

La description de ces deux tiges et de leur gisement a été adressée à la Société géologique de France par M. de Jennings, directeur des mines d'Anzin.

Tige de la fosse dite *Bleuse-Borne.*

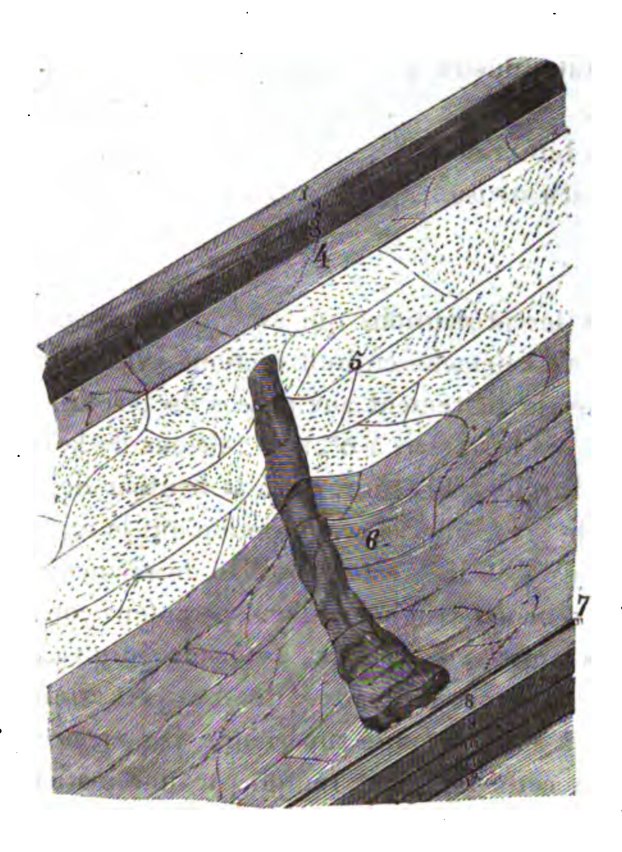
Le dernier de ces deux arbres a été découvert, en mai 1836, à la fosse dite *Bleuse-Borne,* dans le creusement du puits, à $232^m,81$ de profondeur au-dessous de la surface du sol, et à $155^m,04$ au-dessous de la surface supérieure du terrain houiller [2].

[1] Garnier, *Mémoire sur la recherche de nouvelles mines de houille dans le département du Pas-de-Calais,* pag. 45.

[2] *Bulletin de la Société géologique de France,* tom. VIII, pag. 171 (6 mars 1837).

La figure ci-dessous indique la position qu'il occupait dans les couches d'argile schisteuse et de grès.

Fig. 66.



Tige fossile perpendiculaire aux couches dans le terrain houiller d'Anzin.
(Fosse dite *Bleuse-Borne.*)

Les numéros inscrits sur la figure désignent les couches de diverses natures, superposées les unes aux autres, que traverse la tige :

N° 1, argile schisteuse	0m,00
N° 2, schiste bitumineux	0 ,15
N° 3, houille mêlée de schiste bitumineux (veine Roitelet)	0 ,28
N° 4, argile schisteuse	0 ,60
A REPORTER	1m,03

Report.........	1m,03
N° 5, grès houiller	2 ,44
N° 6, argile schisteuse	3 ,13
N° 7, houille	0 ,01
N° 8, argile schisteuse	0 ,24
N° 9, schiste bitumineux	0 ,33
N° 10, houille	0 ,35
N° 11, schiste bitumineux	0 ,37
N° 12, argile schisteuse	0 ,00
	7 ,90

Malgré toutes les précautions qui avaient été prises pour conserver ce fossile entier, il s'est détaché en huit sections cylindriques principales. Il était placé perpendiculairement aux assises du terrain, qui sont inclinées de 30° vers le S. Sa base était à 0m,18 au-dessus de la couche de charbon n° 7. Il traverse l'argile schisteuse, et, à la hauteur de 3m,10, il éprouve, en entrant dans le grès, une légère déviation qui le rejette au N. La partie la plus volumineuse, en bas, est dépouillée de racines; elle représente un bloc informe de schiste ferrugineux d'une pesanteur considérable. Son prolongement, dans la partie supérieure, a été suivi jusqu'à 5 mètres; il n'offre plus au delà que des morceaux sans suite. A sa partie inférieure, il a 1m,13 de diamètre, et, à son extrémité supérieure, il a encore 0m,40.

L'intérieur de cette tige était rempli par une matière rocheuse, dans laquelle on a remarqué un morceau de tronc de 6 à 7 centimètres de diamètre. Elle était enveloppée d'une pellicule de houille, dont la surface présentait des dessins d'une forme particulière.

A son approche, on voit les couches du terrain se recourber et se relever.

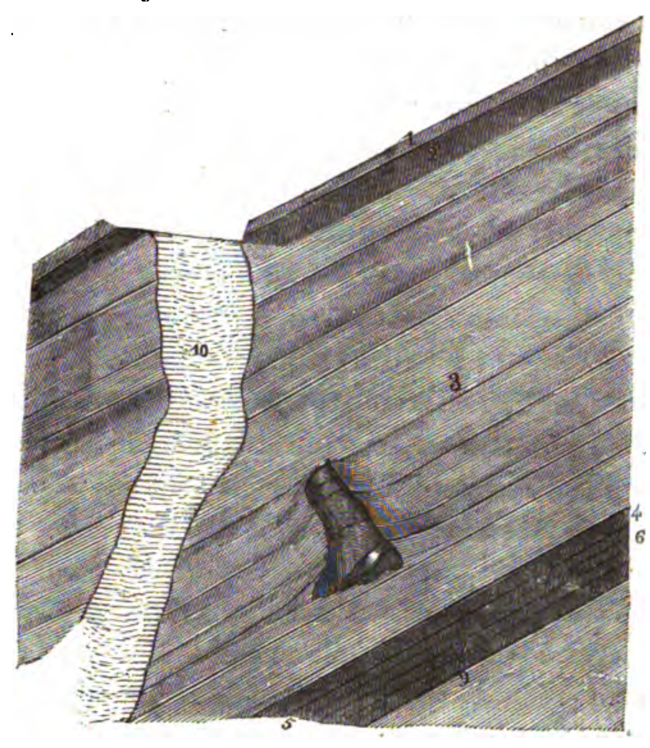
Tige de la fosse de Saint-Louis.

L'autre arbre avait été trouvé, quelque temps auparavant, à la fosse Saint-Louis, à la profondeur de 217m,60 au-dessous de la surface du sol et de 140m,17 au-dessous de la surface supérieure du terrain houiller[1].

La figure ci-contre reproduit ce fossile dans la position qu'il occupait entre deux couches de houille.

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. VIII, pag. 171.

Fig. 67.



Autre tige fossile perpendiculaire aux couches du terrain houiller d'Anzin.
(Fosse de *Saint-Louis.*)

La tige s'élevait perpendiculairement aux plans des couches, dont la nature est désignée ci-dessous :

N° 1, argile schisteuse		0m,00
N° 2, houille (veine meunière)		0 ,40
N° 3, argile schisteuse		5 ,45
N° 4, houille (veine boulangère)		0 ,10
N° 5, schiste bitumineux,	*idem*	0 ,05
N° 6, houille,	*idem*	0 ,03
N° 7, houille lamelleuse,	*idem*	0 ,15
N° 8, argile schisteuse,	*idem*	0 ,31
N° 9, argile schisteuse		0 ,00
		6 ,49

Le n° 10 représente une faille.

Les fissures qui séparent, les unes des autres, les diverses assises d'argile schisteuse, coupent l'arbre transversalement : c'est dans ces parties qu'il s'est détaché en sections cylindriques. Il était placé perpendiculairement aux bancs de l'argile schisteuse, qui sont inclinés de 33° vers le S. La partie qui a dû contenir les racines était dirigée en bas et placée à 1 mètre au-dessus de la veine boulangère. On n'a découvert aucune trace de racines. Quant à son prolongement vers le haut, il existe encore ; mais il ne présente plus, au delà de $1^m,40$ de hauteur, que des morceaux irréguliers. Le diamètre de son extrémité inférieure est de $1^m,10$. A $0^m,40$ plus haut. son diamètre est réduit à $0^m,60$, et, en haut, il n'est plus que de $0^m,40$.

Les diverses assises du schiste offrent, à son approche, une légère courbure qui se relève vers le haut, comme si la matière, encore molle, avait subi, en se solidifiant, un retrait ou un tassement qui n'aurait pu se faire près de l'arbre aussi aisément qu'ailleurs.

Remarques relatives à l'état de conservation de ces tiges.

L'intérieur de ce fossile est rempli d'une matière analogue à celle des couches environnantes, disposées en couches parallèles, mais concaves, qui se relèvent du centre vers la circonférence; ce qui peut faire présumer que ce fossile était creux, et que la matière introduite dans son intérieur y aura éprouvé un tassement comme à l'extérieur.

Le remplissage intérieur de la tige est séparé du schiste qui l'environne par une pellicule de charbon de 5 millimètres d'épaisseur, colorée de diverses nuances, qui paraissent dues à la présence de sulfures, d'oxydes métalliques et de carbonate de chaux. Cette couche de charbon semble avoir été seule douée de végétation. La matière schisteuse, tant extérieure qu'intérieure, qui est en contact avec elle, a conservé l'empreinte de sa configuration, qui diffère, par les dessins qu'on y remarque, de l'arbre de la fosse de Bleuse-Borne.

Preuve de l'origine végétale de la houille.

Cette pellicule de houille est bien évidemment la matière même du végétal, qui était presque creux ou rempli intérieurement d'un tissu lâche, très-spongieux et très-facilement destructible, comme le sont de nos jours beaucoup de grands végétaux des contrées tropicales. La matière plus solide de l'enveloppe extérieure s'est, sans doute, transformée en houille par une élaboration très-lente qu'elle a subie dans le sein de la terre.

La houille qui compose les couches, et qui est presque entièrement identique avec celle de ces pellicules, ne saurait avoir une autre origine.

En outre, ces troncs perpendiculaires à la surface des couches sont, à eux seuls, une preuve démonstrative du changement de position qui a donné à ces mêmes couches l'inclinaison qu'elles nous présentent. Dans l'origine, les couches s'étaient formées dans une position horizontale, et les troncs des arbres qui leur sont perpendiculaires étaient verticaux. Depuis, les couches et les arbres ont été inclinés ensemble. Ici, l'inclinaison n'a été que d'environ 30°; ailleurs, elle a été de 60°, de 80°, de 90°, et quelquefois même elles ont été renversées au delà de la verticale. L'horizontalité presque rigoureuse que doivent avoir affectée, dans le principe, les couches sédimentaires, peut, d'ailleurs, se conclure d'observations d'une nature différente, dont nous avons fait connaître la nature dans l'Introduction, pag. 46.

Preuve de l'horizontalité primitive des couches du terrain houiller.

Le terrain houiller ne venant pas affleurer au jour dans le département du Nord, ce n'est que par suite des travaux de recherche entrepris pour trouver de la houille, et des travaux mêmes de l'exploitation, qu'on en connaît les limites, qui sont formées, ainsi que nous l'avons déjà dit, par deux bandes de terrain anthraxifère, entre lesquelles il est, en quelque sorte, encaissé, tant au N. qu'au midi. Les travaux des mines d'Anzin n'embrassent guère qu'une zone de 1,500 mètres de largeur, qui passe entre les villages d'Herin et de Saint-Léger[1]; mais la distance entre les deux limites extrêmes de la bande houillère dépasse peut-être de 15,000 mètres.

Disposition actuelle des couches du terrain houiller.

Du côté du S., la limite en question est une ligne qui part de Montignies-sur-Roc en Belgique, et se dirige d'abord presque en ligne droite en passant par Étrœux, Saint-Léger, Douchy, mais qui, plus à l'O., paraît se recourber un peu vers le N. par Émerchicourt, Cantin et Corbehem, au S. de Douai.

Au N., la limite est une seconde ligne commençant entre Blaton et la forêt de Condé, et qui semble se diriger vers Flines-lès-Raches, entre Douai et Orchies. Cette limite septentrionale résulte du relèvement graduel du calcaire de Tournai (calcaire de Visé), qui sert de support au terrain houiller; mais la limite méridionale est formée par le relèvement brusque du système du poudingue rouge de Burnot, qui sert de base au calcaire de Givet et à tout le terrain anthraxifère.

Lignes suivant lesquelles le terrain houiller est limité par le terrain anthraxifère.

La jonction de la bande houillère et de cette bande rouge méridionale ne se montre pas du jour. Elle est recouverte par des terrains morts, et on

On ne voit pas son contact

[1] Garnier, *Mémoire sur la recherche de nouvelles mines de houille dans le département du Pas-de-Calais*, pag. 19, 1828.



avec la bande méridionale.

ne peut voir par quelle série de couches se fait le passage de l'une à l'autre, ni dans quel sens les couches plongent près de la ligne de jonction : peut-être les deux séries sont-elles séparées l'une de l'autre par une grande faille.

Comment il s'appuie sur la bande septentrionale.

Vers le N., l'inclinaison des couches étant peu considérable, le terrain houiller est en appui, d'une manière complétement évidente, sur le terrain calcaire. On peut même observer la superposition, au jour, près de la frontière de Belgique, et reconnaître par quelle série de couches a lieu la jonction des deux terrains. Le passage qui existe près de Blaton annonce une liaison très-intime entre l'un et l'autre. A partir des anciens puits d'extraction ouverts sur la couche de houille dite veine de Blaton, qui est la plus rapprochée de la limite, jusqu'à la première carrière de calcaire bleu de Blaton, les schistes et les grès houillers sont, ainsi que le calcaire, en couches parallèles, toutes inclinées vers le midi. A mesure que l'on s'éloigne vers le N., les couches de grès sont plus communes; elles semblent lier une formation à l'autre. Bientôt ce grès change de nature : il perd sensiblement sa texture grenue, il prend l'aspect d'un quartz compacte; il est translucide sur les bords, d'un gris sale, à cassure inégale en grand et très-esquilleuse en petit. C'est, sans doute, toujours un grès, une roche arénacée; mais le ciment n'en est plus visible. Plus loin, il devient effervescent, et l'on trouve ensuite une couche de calcaire gris siliceux, renfermant beaucoup d'encrinites[1]. Ce mode de passage, et la série de couches par laquelle il s'opère, ont beaucoup de rapport avec ce qui s'observe dans une position analogue aux environs de Liége, ainsi qu'on peut le voir dans l'excellent ouvrage de M. Dumont[2].

Accidents remarquables que présente la stratification du terrain houiller.

Les couches du terrain houiller des environs de Valenciennes présentent des inclinaisons très-variables; mais il est remarquable que, au milieu de tous leurs replis, les surfaces des couches demeurent généralement composées de parties rectilignes formant des plans et des surfaces réglées, diversement inclinées, qui se raccordent entre elles suivant des arêtes à peu près droites, le long desquelles elles s'infléchissent presque subitement en offrant une courbure continue, mais très-courte et très-rapide.

Distinction

On peut, en général, considérer ces couches comme composées de trois

[1] Poirier de Saint-Brice, *Géognosie du département du Nord.* (*Annales des mines*, 1re série, tom. XIII, pag. 293.)

[2] Dumont, *Mémoire sur la constitution géologique de la province de Liége*, pag. 206, 1832.



parties. Deux d'entre elles sont très-relevées et sont appelées *droits;* elles sont souvent parallèles. Quant à la troisième, que les mineurs nomment *plat,* elle n'est que faiblement inclinée, et présente ordinairement une surface réglée (qui doit être une surface développable), mais non un plan. Ses deux intersections avec les parties redressées parallèlement ne sont pas exactement parallèles.

de leurs diverses parties: *droits; plats.*

On se fera, disait M. Daubuisson[1], une idée exacte de la forme extraordinaire qu'affectent les couches d'Anzin, en se représentant une couche inclinée, vers le midi, de 75°, se pliant à une certaine profondeur, de manière que partie au-dessous du pli se relève vers le N. O., en faisant un angle de 15° avec l'horizon; et puis, à 500 mètres au delà du premier pli, se repliant de nouveau, de manière à s'incliner encore de 75° vers le midi, ainsi qu'on le voit en profil pour les couches 1, 2, 3....8, 9, 10 des deux figures 68 et 69 ci-après, pag. 770 et 771.

Les portions presque perpendiculaires de ces couches, qui prennent naissance à la jonction du terrain houiller avec les terrains horizontaux qui les recouvrent, portent le nom de *droits du midi;* et celles qui, sans se joindre aux terrains horizontaux, s'enfoncent à des profondeurs inconnues, le nom de *droits du nord.* Leur inclinaison est le plus souvent vers le S.; mais elle oscille de part et d'autre de ce point de l'horizon, en raison des changements de direction qu'éprouvent ces couches[2].

Crochons.

L'intersection, ou plutôt la jonction du plat avec chacun des droits, est appelée *crochet* ou *crochon* par les ouvriers, qui distinguent, dans chaque couche, le *crochon du nord* et le *crochon du midi.* Ces crochons forment, chacun, une sorte de gouttière, à laquelle on donne le nom d'*ennoyage.*

Ennoyages.

Inclinaison des *ennoyages.*

Lorsque les différentes parties des couches offrent exactement les inclinaisons que nous avons signalées, celle des ennoyages est, d'après M. Daubuisson, de 11° 16′ vers l'O., 16° 4′ S. Au reste, toutes ces inclinaisons sont sujettes à de grandes déviations; et celles que nous venons d'indiquer ne doivent être regardées que comme des termes moyens, autour desquels les oscillations sont très-considérables.

Rapidité

Le changement d'inclinaison du droit au plat est ordinairement brusque.

[1] Daubuisson, *Description des houillères d'Anzin.* (*Journal des mines*, t. XVIII, p. 128.)

[2] Garnier, *Mémoire sur la recherche de nouvelles mines de houille dans le département du Pas-de-Calais*, pag. 51.

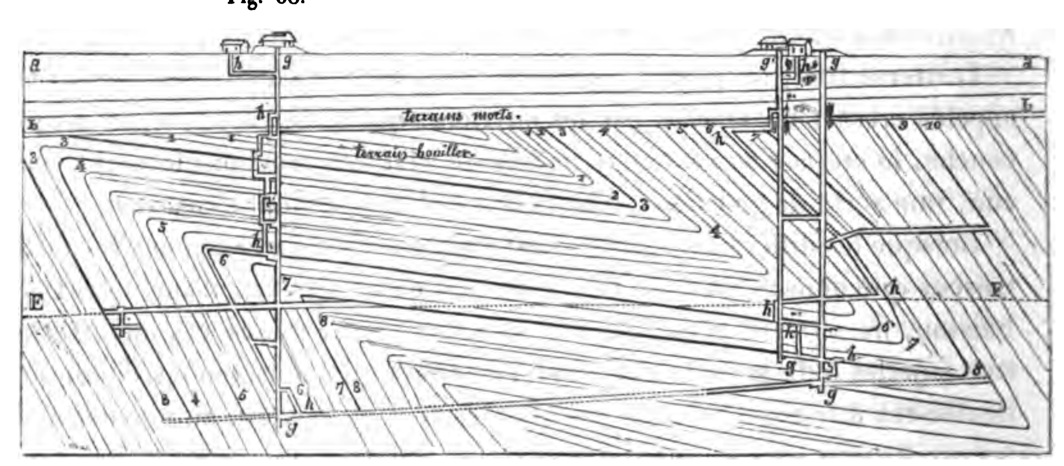
de la courbure des *crochons.*

« J'ai vu, dit M. Daubuisson, des couches d'argile schisteuse de quelques « centimètres d'épaisseur faire si subitement le crochet, qu'au sommet de « l'angle qui en résultait, la courbure n'avait pas plus de 5 centimètres « de large; et cependant l'angle formé dans cette partie par le droit et le « plat était d'environ 50°. A la mine du Verger, une couche ayant 6 à 7 dé- « cimètres de puissance présente, à son crochet, une courbure de 5 à « 6 mètres, bien arrondie aux deux extrémités de l'arc; le droit et le plat « sont parfaitement plans, et, en les supposant convenablement prolongés, « ils feraient un angle d'environ 70°[1]. »

Coupes verticale et horizontale des couches exploitées à Anzin.

Les arêtes des plis, ou les ennoyages, étant souvent inclinées à l'horizon, ces plis présentent fréquemment, en se dessinant sur une surface horizontale, la forme de pointes de bateau, et la coupe horizontale des terrains offre, comme leur coupe verticale, des zigzags très-prononcés. Les deux diagrammes suivants en donneront une idée; ils sont empruntés à la planche 26 de l'Atlas de la richesse minérale par M. Héron de Villefosse, inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, etc. Ces deux figures, quoique sur deux échelles différentes, sont coordonnées l'une à l'autre, et les numéros inscrits sur l'une et sur l'autre se rapportent aux mêmes objets.

Fig. 68.



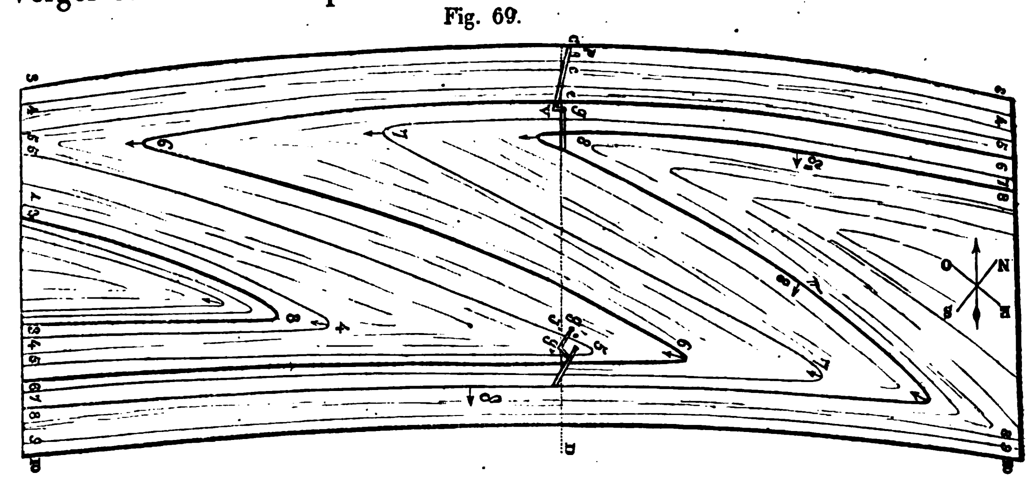
Coupe verticale, suivant la ligne C D *de la figure suivante.*

Cette figure représente une partie de la formation houillère d'Anzin,

[1] Daubuisson, *Description des houillères d'Anzin.* (*Journal des mines,* tom. XVIII, pag. 137.)

dessinée par son intersection avec un plan vertical passant par les puits du Verger et de Saint-Joseph.

Fig. 69.



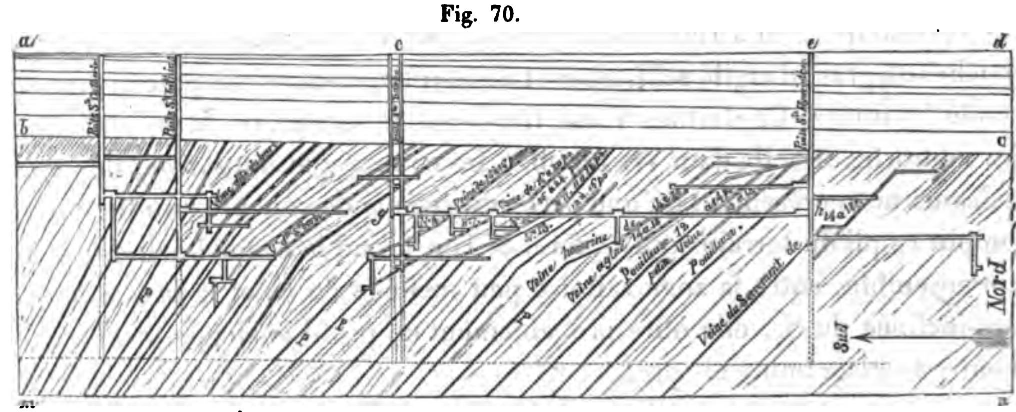
Coupe horizontale des couches au niveau de la ligne EF *de la figure précédente.*

En suivant le cours des couches de houille marquées par les traits forts, et désignées sur ces deux figures par les mêmes numéros, on appréciera parfaitement la position singulière qu'elles affectent dans le sein de la terre.

Coupe des couches exploitées à Aniche.

Les couches houillères exploitées dans les mines d'Anzin se prolongent, du côté de l'O., vers les mines de Douchy et d'Aniche. Elles y offrent des accidents de stratification du même genre. Seulement les couches exploitées à Aniche sont toutes, ainsi que le montre la figure ci-dessous (tirée de l'ouvrage de M. Garnier), dans la position des *droits* d'Anzin. Les *plats*, s'ils y existent aussi, comme tout porte à le croire, n'ont pas encore été atteints par les travaux.

Fig. 70.



Coupe du terrain houiller d'Aniche, du N. au S.

Les couches du terrain houiller sont dirigées en masses comme les deux bandes anthraxifères, et plongent vers le midi.

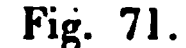
Dans toute la bande houillère, dont la direction générale est la même que celle des deux bandes de terrain anthraxifère qui l'encaissent au S. et au N., les couches sont toujours plus ou moins inclinées à l'horizon, mais d'une quantité variable et qui dépasse souvent 90°: car les couches sont fréquemment renversées de manière à s'appuyer sur leur toit naturel et à être recouvertes par leur mur originaire. Quelle que soit la grandeur de l'inclinaison, elle est généralement dirigée vers le midi. C'est même là une des lois les plus remarquables auxquelles est assujetti le plissement des couches de cette bande houillère. Cela résulte de ce que les couches, après s'être enfoncées vers le midi, comme les couches de la bande calcaire septentrionale qui supporte le terrain houiller, ne se relèvent presque jamais sans, en même temps, se renverser.

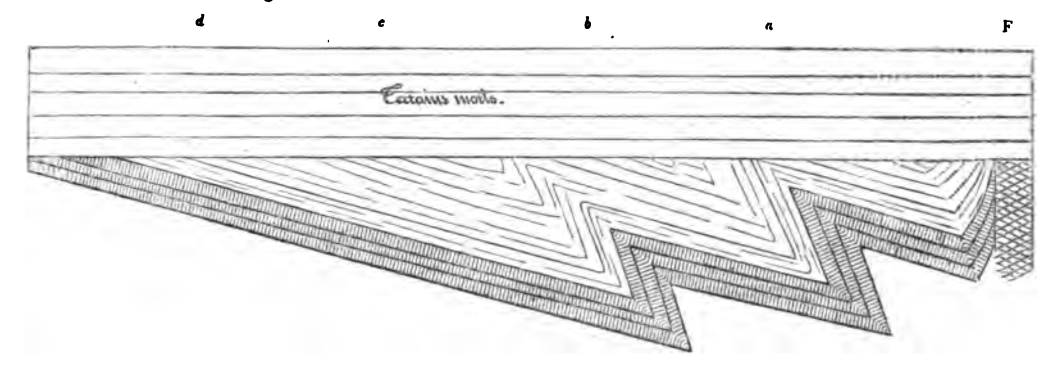
Le terrain anthraxifère est plissé suivant la même loi que le terrain houiller.

Les remarques générales que viennent de nous fournir les couches du terrain houiller, dont les allures sont connues dans tous leurs détails par les travaux d'exploitation, s'appliquent également aux couches du terrain anthraxifère. Les unes comme les autres présentent de vastes parties, raccordées par des courbures très-rapides, ou *crochons*, qui s'étendent en ligne droite sous forme de gouttières ou d'*ennoyages*. M. Garnier a annoncé depuis longtemps[1] que, si les terrains qui forment le sol du département du Nord étaient figurés par leur intersection avec un plan vertical, ou plutôt avec différents plans verticaux, passant par des lignes qui joindraient entre elles les villes de Tournai, Saint-Amand, Valenciennes, le Quesnoy, Avesnes et Trélon, leur trace sur ce plan offrirait des figures en forme de V, dont toutes les branches se réuniraient par leurs parties supérieures et formeraient, par leur ensemble, une ligne brisée ᵃVVVVᵃ; et c'est dans l'intérieur de l'un de ces V, celui que l'on a reconnu être le plus au N., que paraissent exister les couches de grès, d'argile schisteuse et de houille, dont se compose la grande bande houillère. Ce dernier V est très-large et complexe dans sa forme, qui approche de celle d'un W. En effet, les coupes que nous avons données ci-dessus ne représentent qu'une partie du groupe de couches houillères qui remplit ce pli du terrain anthraxifère. Si l'on prend la bande houillère dans son ensemble, entre la zone calcaire peu inclinée du N. et la bande rouge très-inclinée du S., elle offre probablement un profil analogue à celui que montre le diagramme ci-après.

Disposition générale de l'ensemble de ces terrains.

[1] Garnier, *Mémoire sur la recherche de nouvelles mines de houille dans le département du Pas-de-Calais*, pag. 48.


Fig. 71.



Coupe générale du terrain carbonifère des environs de Valenciennes, faite du N. au S.

Disposition de la bande houillère d'Anzin.

Le plat *a b* va en se relevant vers l'E., et est coupé par la surface inférieure des terrains morts, un peu après avoir atteint la rive droite de l'Escaut. Il se poursuit vers l'O. en s'enfonçant à une profondeur inconnue. Les couches *c*, qu'on exploite à la fosse dite *Bleuse-Borne*, sont probablement un nouveau relèvement des couches *a* et *b*; elles sont supérieures aux couches *d*, qui se prolongent au N. E. vers Fresnes. L'intersection de ces dernières se dirige, à l'O. N. O., vers les mines de Vieux-Condé, Odomez, Hergnies, Bruille-lès-Saint-Amand et Château-l'Abbaye. Les couches *a* se prolongent, à l'O. un peu S., vers Denain, Lourches (près de Douchy), Abscon et Aniche.

Détails sur les couches exploitées à Anzin.

Le hasard a voulu que les premières recherches qui atteignirent le terrain houiller dans ces contrées, en 1734, tombassent sur les points où la houille se trouve à une plus grande profondeur. Les travaux d'Anzin sont, en effet, les plus profonds du pays, et la grande veine y a été poursuivie jusqu'à près de 500 mètres. La qualité de la houille fut une compensation de cette profondeur : les charbons d'Anzin sont demi-gras, peu sableux, denses et homogènes; ils tiennent longtemps le feu, et sont les meilleurs de tout le bassin pour le réverbère et les usines évaporatoires.

Couches de Denain.

Le centre d'exploitation d'Anzin fut le centre principal de la production de la houille, dans cette contrée, jusque vers 1830. A cette époque, les couches de Denain, qui ne se rencontrent qu'à une profondeur de 200^{m}, fournirent une houille grasse, donnant d'excellent coke, et présentant pour la grille toutes les qualités du flénu de Mons; quelques veines sont même très-bonnes pour la forge. La réunion de ces circonstances et le voisinage



du canal portèrent les efforts de la compagnie d'Anzin sur la concession de Denain, qui est aujourd'hui le centre le plus actif des extractions, et l'un des plus beaux parmi les établissements industriels auxquels la richesse minérale ait donné lieu en France et en Belgique.

Couches de Douchy, Abscon et Aniche.

Les exploitations de Lourches (près de Douchy) se développèrent en 1835. Elles portent sur des houilles analogues à celles de Denain, mais brisées probablement par l'effet de quelque glissement, de manière à ne fournir que des houilles menues. En se dirigeant vers l'O., on rencontre les mines d'Abscon et d'Aniche, où les houilles présentent une nature semblable à celle de la houille d'Anzin, Denain et Douchy, quoique de moins bonne qualité, en ce qu'elles sont moins grasses et laissent une plus grande proportion de cendres.

Exploitation de la lisière N. du terrain houiller. Houille sèche.

Vers la lisière opposée du terrain houiller, les houilles sont d'une nature différente : ce qui paraît tenir à ce qu'elles appartiennent aux couches inférieures du système. La houille est maigre et sèche, bien qu'elle offre extérieurement la cassure et les faces éclatantes d'une houille grasse. Elle est d'une densité supérieure d'un cinquième à celle de la houille ordinaire, brûle sans flamme ni fumée ; enfin elle est mélangée de pyrites, qui limitent son emploi à la chaufournerie et à la briqueterie. Une partie de cette houille trouve encore un débouché vers la Belgique, où cette qualité est rare. Le type de cette houille anthraciteuse peut être pris dans la concession de Bruille-lès-Saint-Amand jusqu'à Château-l'Abbaye. Elle se continue à Hergnies, Odomez, les Sartiaux, Vieux-Condé, Fresnes.

Couches reconnues en dessous des forêts de Raisme et de Vicogne.

Il a, depuis longtemps, paru présumable que le terrain houiller devait se continuer entre les deux lignes d'exploitation dont nous venons de parler ; mais l'existence des couches de houille était problématique. Trois compagnies tentèrent à la fois la solution du problème par des puits ouverts dans les environs de Vicogne. Chacune d'elles arriva à une belle couche de houille dont la qualité se confond avec celle des houilles de la lisière du midi. Ainsi il est probable que les couches de houille grasse analogues à celles indiquées en *c* (fig. 71, pag. 773), mais moins inclinées ou formant de nouveaux replis, se prolongent sous la vaste superficie couverte par les forêts de Raisme et de Vicogne.

Brouillages et accidents locaux

Il ne faut pas conclure, cependant, de cet énoncé, que des sondages poussés à une profondeur suffisante doivent nécessairement rencontrer la

houille. Outre les grands accidents qui ont imprimé à l'ensemble du terrain la forme mentionnée plus haut, des accidents locaux, ou du moins qu'on n'a pu rattacher à l'ensemble, interrompent la connexité des couches. C'est ainsi qu'à Bruille un champ d'exploitation s'est trouvé limité par un brouillage qui s'est soutenu pendant plus de 70 mètres. Les failles se montrent également sur une grande échelle, et changent, à la fois, le niveau et la direction des couches. Mais, s'il y a de l'incertitude lorsqu'on procède à la recherche des couches de houille par des forages à partir du niveau du sol, il y en a beaucoup moins lorsque ces recherches ont lieu par l'exploitation elle-même d'après la connaissance, acquise de proche en proche, de la régularité des allures du terrain. que présentent les couches.

Ce qui est aujourd'hui le moins connu dans la coupe générale du terrain houiller d'Anzin, et ce qu'il serait le plus important de connaître, c'est la forme de l'accident de stratification F (*faille au pli?*) qui relève brusquement, au S. d'Anzin, les roches rouges de Montignies-sur-Roc. Des observations encore inédites que M. Lorieux, alors ingénieur en chef des mines à Valenciennes, nous a communiquées en 1840[1], apprennent que ces roches se rencontrent partout au-dessous des morts-terrains, sur une ligne qui, partant de Montignies-sur-Roc et du *caillou Quibic*, se poursuit vers l'O. par Étrœux, Émerchicourt et Corbehem. Le terrain rouge a été reconnu par des sondages exécutés à travers les morts-terrains à Famars, à Bouchain, à Cantin et à Corbehem. Un sondage pratiqué par M. Degousée à Émerchicourt est tombé sur un calcaire qu'on suppose appartenir au système du calcaire de Givet, système immédiatement contigu à celui du poudingue rouge de Burnot. La dislocation qui relève ces couches inférieures serait d'autant plus importante à étudier, qu'elle paraît se prolonger aussi vers l'E. et former la limite méridionale des terrains houillers de Mons et de Charleroi.

Accident de stratification (*faille au pli?*) qui limite, au S., le terrain houiller d'Anzin.

Dans la partie S. E. du département du Nord, située au midi de cette grande dislocation, le tracé des plis que présentent les couches des terrains anthraxifères n'a pas encore été exécuté en détail. Ce tracé exigerait une étude analogue à celle que M. Dumont a faite du pays de Liége et de la vallée de la Meuse, entre Givet et Namur[2]. Une pareille étude sera assez difficile dans le département du Nord, dont le sol, extrêmement couvert,

Le tracé des plis n'a pu encore être exécuté dans l'angle S. E. du département du Nord.

[1] Lorieux, *Notes inédites*.

[2] Dumont, *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. VI, pag. 348.

n'offre aucune coupure un peu profonde. Mais, d'un autre côté, cette étude serait un vrai service rendu par la science à l'industrie, parce qu'elle permettrait de prévoir si la bande de calcaire carbonifère d'Avesnes, en se prolongeant à l'O., au-dessous des dépôts tertiaires et crétacés, vers le Cateau-Cambresis et Cambrai, pourrait finir par présenter une bande houillère analogue à celle de Valenciennes et qui s'emboîterait dans ses plis, de même qu'elle s'emboîte elle-même dans les plis du groupe supérieur du terrain devonien.

Le même genre de plissement s'observe dans toute la bande houillère de la Belgique.

Tous ces phénomènes de plissement étant des phénomènes étendus, les circonstances que nous venons de signaler ne sont nullement particulières au département du Nord. Des plis semblables à ceux de Valenciennes s'observent dans toute la bande houillère reconnue depuis Aix-la-Chapelle jusqu'aux environs de Douai, et partout des faits semblables ont suggéré des idées du même genre et des expressions presque identiques. Ainsi les portions de couches appelées *droits* et *plats* à Valenciennes et à Mons portent, à Liége, les noms de *dressants* et de *plateures*. On peut voir, dans l'ouvrage déjà cité, de M. Dumont, sur la province de Liége, et dans le Mémoire de M. Clère sur le bassin d'Eschweiler[1], que les inflexions des couches y sont analogues, par leurs formes générales, à celles qu'on connaît à Valenciennes. Partout, disait déjà M. de Bonnard en 1809, le simple mineur répondra à la question qui lui sera adressée sur l'allure des couches qu'il exploite, que leur pendage véritable est vers le soleil, de dix à onze heures[2].

Les terrains anthraxifères y sont plissés suivant la même loi.

Les diverses assises du terrain anthraxifère sont elles-mêmes plissées suivant la même loi, et sont aussi disposées, tantôt en bassin (V), tantôt en selle (Λ), dont la partie culminante est quelquefois emportée. Les deux bords d'un bassin ou d'une selle ont fréquemment la même inclinaison, de manière que les plis des couches affectent, dans les sections verticales, la forme d'un V, ou d'une série de V emboîtés les uns dans les autres. Très-souvent les deux branches du V plongent dans le même sens, et c'est alors vers le midi. Les sections horizontales présentent, dans beaucoup de cas, des dessins du même genre, à cause de l'obliquité des *ennoyages*.

Les plis du terrain anthraxifère semblent, tous, avoir dû contenir du terrain houiller.

Quand on compare entre eux les différents plis parallèles qui distinguent

[1] Clère, *Mémoire sur la constitution géologique du bassin d'Eschweiler*. (*Journal des mines*, tom. XXXVI, pag. 81.)

[2] De Bonnard, *Notice sur diverses recherches de houille entreprises dans le département du Pas-de-Calais*. (*Journal des mines*, t. XXVI, p. 418.)



les terrains carbonifères et anthraxifères de ces contrées, et dont le plus septentrional embrasse la grande bande houillère, on ne peut s'empêcher de remarquer que ces différents plis, si bien figurés par MM. Dumont et de Panhuys, offrent, en tous points, la plus grande similitude, et que tous paraissent avoir été destinés à envelopper du terrain houiller. Ils en renferment, en effet, quelquefois des restes, comme on le voit à Borsu, Clavier, Hoquier et Assesse, sur la rive droite de la Meuse, ainsi qu'à Anhée et à Florenne, dans le pays entre la Sambre et la Meuse. S'ils n'en contiennent pas partout, cela tient peut-être simplement à ce que les plis les plus méridionaux ne s'enfoncent pas autant dans l'intérieur de la terre, et qu'ils ont été tronqués, dans une plus grande proportion, par les causes extérieures qui ont usé la surface, et qui l'ont presque rendue plane avant le dépôt des terrains morts et l'ouverture des vallées actuelles. Ils paraissent avoir été également tronqués par des agents extérieurs.

Sous le rapport de cette nivellation extérieure, le terrain dont nous parlons ressemble à l'Ardenne, ainsi que nous l'avons déjà remarqué; mais, comme les plateaux qu'il forme sont moins élevés et moins profondément entamés par les vallées; comme, en outre, la stratification y est toujours aussi bien marquée qu'elle est obscure dans l'Ardenne, l'uniformité de sa surface frappe bien plus vivement. La base d'une chaîne de montagnes qui aurait été rasée par des événements postérieurs à son origine, et nivelée jusqu'à la hauteur des plaines environnantes, ne présenterait pas plus d'accidents intérieurs. Mais ici la forme et la disposition des plis montrent qu'il n'y a jamais eu de montagnes très-élevées, et que les actions extérieures qui ont rogné les extrémités des couches pour niveler le sol n'ont eu que de faibles déblais à entraîner, comparativement à ceux qu'aurait donnés la destruction d'une chaîne de montagnes. Nivellation produite par cette troncature.

Aucun des plis dont les couches sont affectées ne s'écarte, d'une manière bien saillante, du faisceau ondulé formé par l'ensemble de tous les plis; ils offrent, au contraire, une disposition qui paraît indiquer que le froncement qui a replié les couches primitivement horizontales s'est fait lui-même, à peu près dans un plan horizontal. Il semble avoir été produit par une force horizontale, qui agissait à peu près du N. 10° O., S. 10° E. Le reploiement paraît dû à une force qui a agi horizontalement.

Pour bien comprendre la disposition de ces plis et la forme que prennent sur un plan horizontal, par exemple dans la figure 69, les affleurements des couches, il est important de remarquer, ainsi que nous l'avons déjà fait, que Remarque sur la manière dont les plis se dessinent

sur un plan horizontal.

l'inclinaison des ennoyages est très-variable. Quelquefois ils sont à peu près horizontaux. A Valenciennes, ils sont inclinés de 11° 16' vers l'O. S. O.; près de Liége, ils le sont de 30 à 60° vers l'E. S. E. Lorsque les ennoyages sont inclinés à l'horizon, les couches se dessinent en zigzag sur un plan horizontal, et on a, par conséquent, deux directions complétement différentes; mais, ordinairement, l'une de ces deux directions ne se poursuit pas très-loin sans se recourber, par un nouveau crochon, dans un sens parallèle à l'autre direction. Il résulte de là que, au milieu des variations continuelles d'inclinaison, les directions restent sensiblement constantes : en sorte que, du N. au S., les terrains à couches repliées, dont nous nous occupons, offrent une succession de rides dirigées à peu près de l'E. à l'O., ou de l'E. 5 à 15° N. à l'O. 5 à 15° S.

Depuis Eschweiler jusqu'à Namur, la direction accessoire, qui se combine, par l'effet des crochons inclinés, avec la direction principale des couches houillères, est à peu près de l'E. 40° N. à l'O. 40° S., et quelquefois cette direction se soutient assez longtemps. On en voit un exemple dans la province de Liége, où elle semble devenir dominante pendant un certain intervalle. Mais, à partir de Namur, les choses changent, et une nouvelle direction accessoire vers l'O. N. O. se combine avec la direction principale.

TERRAIN HOUILLER DU BAS BOULONNAIS.

Relèvement des terrains anciens suivant une ligne tirée de l'extrémité orientale de l'Ardenne au Pas-de-Calais.

Une circonstance, d'un ordre secondaire peut-être, mais cependant fort importante, de la disposition des terrains anciens dans le N. de la France, c'est le relèvement que leur surface supérieure, généralement si unie, éprouve près de la ligne tirée de l'extrémité orientale de l'Ardenne au Pas-de-Calais, de l'E. 32° S. à l'O. 32° N. Par suite de ce relèvement, on les voit affleurer dans la partie septentrionale du bas Boulonnais, aux environs d'Hardinghen, ainsi qu'en plusieurs points de la partie de la ligne ci-dessus, comprise entre Hardinghen et Arras.

Terrains anthraxifères découverts par des puits au Tilloy et à Monchy-le-Preux.

Un puits approfondi à Monchy-le-Preux, près d'Arras, en 1806, dans l'espérance d'y découvrir le prolongement de la bande houillère de Valenciennes, a atteint des roches arénacées appartenant au terrain anthraxifère. Un autre puits ouvert, en 1788, au Tilloy, entre Monchy-le-Preux et

Arras, avait déjà atteint des schistes et des grès (psammites du Condros?) au-dessous du terrain crétacé[1].

Relèvement des terrains anthraxifères à Pernes.

La feuille n° 3 de l'Atlas minéralogique de Monnet, publié en 1780, indiquait déjà une proéminence de terrain ancien vers le milieu de la ligne d'Arras à Hardinghen, à l'E. et un peu au-dessous de Pernes[2].

Entre ce bourg et le moulin de la Ferté, mû par les eaux de la Clarence, le flanc septentrional de la vallée est formé par un monticule presque détaché, composé, ainsique nous l'avons reconnu en 1829, de couches alternatives de grès gris à petits grains, alternant avec un grès schistoïde un peu terreux, micacé, bariolé de gris bleuâtre et de rouge foncé. « Si nous « parlions, disait Monnet, le langage de quelques naturalistes, nous dirions « qu'on se trouve dans l'ancien monde, vis-à-vis de ces roches, et que, « quelques pas plus loin, on se trouve dans le nouveau; car les roches de « cette nature ne se trouvent que dans les lieux anciens, tandis que la « craie et le silex, considérés, par nos naturalistes, comme les débris des « substances coquillières ou osseuses, sont regardés comme formant le « monde nouveau. » Ces rochers ne sont, en effet, que des protubérances du terrain anthraxifère, sur lesquelles les assises des terrains crétacés et tertiaires sont venues se déposer. Ils rappellent quelques parties du système quartzo-schisteux inférieur de la Belgique, auquel appartiennent les poudingues de Burnot et les roches rouges de Montignies-sur-Roc. Leurs couches, dont les joints sont souvent difficiles à distinguer des fissures qui les divisent, plongent dans des directions variables.

Autres saillies analogues formant une chaîne presque continue.

D'autres saillies des terrains anciens avaient été reconnues anciennement à Fouquexolle et à Loquingoie (commune d'Audrehem, canton d'Ardres), à quatre lieues au N. O. de Pernes. Elles se liaient presque directement aux affleurements de terrain anthraxifère et de terrain houiller qui existent aux environs d'Hardinghen et de Marquise, dans le bas Boulonnais; mais elles laissaient encore presque isolée la proéminence de Pernes. La chaîne vient d'être complétée par la découverte d'autres affleurements analogues, que M. du Souich, ingénieur des mines à Arras, a reconnus à Rebreuve, la Comté, Bailleul-lès-Pernes, Febvin, Flechin, Matringhem et Audincthun.

[1] De Bonnard, *Notice sur diverses recherches de houille entreprises dans le département du Pas-de-Calais.* (*Journal des mines*, t. XXVI, p. 431.)

[2] Monnet, *Description minéralogique de la France*, pag. 21.

Ces affleurements se remarquent, comme ceux de Pernes et de Fouquexolle, dans le fond de différentes vallées qui coupent les terrains tertiaires et crétacés, peu épais dans ces endroits.

A Rebreuve, M. du Souich a reconnu, au-dessous de la craie, un terrain arénacé, analogue au système quartzo-schisteux inférieur de la Belgique, dont les couches paraissent plonger de l'E. S. E. au S. E. A la Comté, affleure, d'après M. du Souich, un terrain quartzo-schisteux dont les couches plongent vers le S. E. Il est semblable au précédent; mais quelques parties sont, comme à Pernes, colorées en rouge. On y rencontre toutes les variétés de psammites et de schistes qu'on observe dans le terrain quartzo-schisteux inférieur de la Belgique : les psammites et schistes rouges, verts, bigarrés; les psammites gris, avec une teinte légèrement bleuâtre; les psammites mouchetés de points rouges.

Le même terrain se montre, d'après M. du Souich, dans la vallée de la Lys, aux environs de Matringhem, où il est recouvert par le terrain crétacé. A Matringhem même, ce sont des psammites gris, des psammites blanchâtres, des psammites et schistes psammitiques rouges, de couleur uniforme ou maculés de teintes verdâtres. Les bancs sont inclinés de 25 à 40° vers le S. S. O. A Vinchy et à Bellefontaine, près de Matringhem, on trouve principalement des psammites blancs et des schistes rouges. Près de Dannebrœucq, les psammites sont grisâtres, avec une légère teinte verdâtre ou bleuâtre; ils plongent de 20 à 30° au S. En montant à Audincthun, on voit affleurer des psammites fissiles d'un gris légèrement verdâtre, plongeant au S. S. O. On y remarque aussi un poudingue que M. du Souich regarde comme distinct du terrain précédent, quoique bien séparé du terrain crétacé, dont les assises inférieures glauconieuses recouvrent le tout [1].

Ce sont des couches analogues qui affleurent, comme nous l'avons dit ci-dessus, près du hameau de Fouquexolle, où des recherches de houille avaient été entreprises en 1782. Les premiers travaux que l'on a exécutés étaient situés près du château de Fouquexolle et du chemin qui mène de ce hameau à celui du Poirier [2] : on y a découvert, sous des argiles et des craies chloritées, des schistes et des grès micacés, présentant les mêmes caractères généraux de formation que ceux qui font partie des terrains

[1] A. du Souich, *Notes inédites.*

[2] Garnier, *Mémoire sur la recherche de nouvelles mines de houille dans le département du Pas-de-Calais*, pag. 86.

anciens en couches inclinées du bas Boulonnais, qui se prolongent au-dessous des collines crayeuses dont ce pays est entouré; et ils se dirigent du S. E. au N. O., ou de l'E. S. E. à l'O. N. O., direction qui conduit presque exactement vers les parties du bas Boulonnais où les terrains dont il s'agit percent les terrains horizontaux.

Ces terrains anciens du bas Boulonnais se montrent particulièrement aux environs de Fiennes, de Caffiers, de Bainghen, de Ferques et d'Hardinghen. Des carrières de marbre et des mines de houille y sont exploitées depuis longtemps. Affleurement des terrains anciens dans le bas Boulonnais.

L'inspecteur des mines Monnet, en 1780[1] et en 1794[2], et M. d'Omalius d'Halloy, en 1808[3], les ont signalés à l'attention des géologues. M. Garnier les a décrits et a figuré les allures de leurs couches dans deux Mémoires publiés en 1823 et en 1828[4]. M. Rozet s'en est occupé avec détail dans sa Description géognostique du bas Boulonnais (1828), et ils ont été l'objet de nombreuses observations lors de la réunion de la Société géologique de France, à Boulogne, en 1839.

A Caffiers, des travaux exécutés pour la recherche de la houille ont traversé, sur une épaisseur de 100 mètres, des schistes grisâtres à grapholithes, qui occupent incontestablement la partie la plus inférieure des terrains en couches inclinées du bas Boulonnais[5]. On suppose qu'ils appartiennent à la partie supérieure du système silurien. Ils forment une selle dont le côté N. plonge au-dessous des collines de craie qui font partie de l'enceinte du bas Boulonnais, et dont le côté S. s'enfonce au-dessous d'un système de grès schisteux et micacés, rougeâtres et verdâtres, contenant des restes de végétaux, qui semblent représenter le système des poudingues rouges de Burnot et des roches rouges de Montignies-sur-Roc, et qui sont analogues aux vieux grès rouges les mieux prononcés de l'Angleterre[6]. Ces grès s'étendent jusqu'à Bainghen, où ils disparaissent aussi au-dessous des collines de craie.

Axe qu'on suppose formé par les assises supérieures du système silurien.

Système des poudingues rouges de Burnot.

[1] Monnet, *Description minéralogique de la France*, pag. 38.

[2] *Journal des mines*, tom. I[er], pag. 34.

[3] J.-J. d'Omalius d'Halloy, *Essai sur la géologie du nord de la France.* (*Journal des mines*, tom. XXIV, pag. 348.)

[4] *Mémoire géologique sur les terrains du bas Boulonnais*, et *Mémoire sur la recherche de nouvelles mines de houille dans le département du Pas-de-Calais.*

[5] Murchison, *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. X, pag. 417.

[6] *Id.*, *ibid.*, tom. XI, pag. 248.

Calcaire de Fiennes, analogue à celui de Givet.

Sur ces grès repose le calcaire de Fiennes, qui forme une bande sur un espace de plus d'une lieue en se prolongeant dans la direction O. N. O., depuis Fiennes, par le bois de Beaulieu, jusqu'aux carrières situées au N. de Ferques, où il est exploité comme marbre. Il est compacte et d'un gris noirâtre ou bleuâtre, en couches inclinées de 45° au S. S. O. D'après les recherches de MM. Murchison, Bouchard, de Verneuil et d'Archiac, on y trouve les fossiles suivants : *dix-huit à vingt espèces de polypiers* (non encore complétement étudiées); *terebratula concentrica, ter. aspera, ter. prisca; spirifer Lonsdalii, sp. Verneuili, sp. Archiaci, sp. Bouchardi, sp. connivens; orthis similis, or. umbraculum, or. Dutertrii, or. productoides, or. orbicularis, or. grandis; productus subaculeatus; lucina* (deux espèces, dont l'une est très-abondante dans le calcaire de Givet); *terebra Hennahii* (du calcaire de Givet); *evomphalus radiatus; turbo*. M. Bouchard y a recueilli, en outre, des *ichthyodorulithes*, ressemblant à ceux du vieux grès rouge, et des *écailles de poissons*, voisines de celles des couches sous-carbonifères [1].

Psammites de Fiennes, analogues à ceux du Condros.

Les assises supérieures du terrain devonien, dans le bas Boulonnais, se composent de psammites blanchâtres et rougeâtres superposés au calcaire précédent. Ils se relèvent aux environs du château de Fiennes et de l'abbaye de Beaulieu, et se prolongent vers Ferques. Ils correspondent à ceux qui se montrent, avec un beaucoup plus grand développement, dans le Condros. Quelques variétés de ces grès sont susceptibles d'être employées comme pierre à aiguiser [2].

Ainsi qu'on l'a déjà indiqué plus haut, il existe, dans le bas Boulonnais, deux systèmes calcaires bien distincts : l'inférieur, le calcaire de Fiennes et de Ferques, appartient au système du calcaire de Givet; le supérieur, dans l'épaisseur duquel sont intercalées des couches houillères, dépend du système carbonifère. Le calcaire exploité dans les carrières de la Vallée-Heureuse, à l'E. de Marquise, dans les carrières du Haut-Banc et dans celles de Lunelle, appartient à la partie inférieure de cet étage et représente proprement le calcaire de Visé.

Calcaire de la Vallée-Heureuse, analogue à celui de Visé.

Ce calcaire, qui exhale, lorsqu'on le casse, une odeur fétide, est connu dans le pays sous le nom de *stinkal* (mot qui vient de l'allemand *stinkalk*, calcaire puant). Il est assez généralement d'une couleur gris clair, présentant

[1] *Bulletin de la Société géologique de France*, tom. XI, pag. 255.

[2] Monnet, *Description minéralogique de la France*, pag. 39.

souvent des marbrures plus ou moins foncées. On y rencontre souvent des lits de phtanite noir. Dans quelques parties, il est noir et associé à des schistes bitumineux. On trouve des veines d'une dolomie grise très-cristalline. On y remarque les fossiles ordinaires du calcaire de Visé.

Entre ces calcaires et le dépôt houiller, existe un grès siliceux blanchâtre, assez dur, que M. Rozet a nommé *grès à unios*, à cause de certaines coquilles qu'il contient souvent en grand nombre, mais qui semblent être des *productus*.

Le dépôt houiller proprement dit se compose, dans le bas Boulonnais, et notamment à Hardinghen, d'argiles schisteuses plus ou moins micacées, de grès et de houille tout à fait semblables aux éléments correspondants de la bande houillère de Valenciennes et de Mons. Les couches de houille con nues sont au nombre de cinq. Elles sont séparées par des intervalles stériles de 33 à 40 mètres, formés d'argiles schisteuses et de grès. Leur découverte remonte à une époque très-ancienne; mais il paraît qu'elles n'ont commencé à donner lieu à quelques travaux qu'en 1692[1]. Dépôt houiller.

Les couches houillères sont recouvertes par des couches calcaires différentes de toutes celles décrites ci-dessus. On perce ces couches pour arriver à la houille, soit à Ferques, soit à Hardinghen. Ce même calcaire est exploité comme marbre dans la *carrière Napoléon*, à l'O. de Ferques, où il est immédiatement surmonté par le terrain de calcaire jurassique qui remplit les anfractuosités de sa surface.

Quelques doutes ont été élevés sur l'âge de ce calcaire Napoléon, supérieur aux couches houillères de Ferques; mais l'étude des fossiles qu'il renferme conduit à le considérer comme faisant lui-même partie de la série carbonifère. Quel que soit, au reste, l'âge qu'on lui assigne, il est probable que les gîtes houillers du Boulonnais appartiennent à la partie inférieure de la série houillère. On peut trouver un motif de cette opinion dans la composition générale qu'ils offrent, dans la présence des psammites et des calcaires qui y sont intercalés, comme à Ferques et même à Hardinghen[2]. Calcaire Napoléon, supérieur aux assises houillères.

M. Murchison, qui regarde comme prouvé que les calcaires qu'on perce pour atteindre la houille, à Ferques et à Hardinghen, dépendent de la série Ce système paraît analogue à celui du N. de l'Angleterre.

[1] Garnier, *Mémoire sur la recherche de nouvelles mines de houille dans le département du Pas-de-Calais*, pag. 89.

[2] A. du Souich, *Bulletin de la Société géologique*, tom. X, pag. 409.

carbonifère, et qui admet, par conséquent, que ces couches de houille sont comprises entre deux séries de bancs de calcaire carbonifère, croit reconnaître, dans cet ensemble de couches, la partie inférieure du système carbonifère, et compare le calcaire carbonifère du bas Boulonnais à celui qui alterne avec des couches de houille dans le N. de l'Angleterre. Il considère comme une dépendance de ce même système carbonifère inférieur les couches de grès blanchâtre (grès à unios de M. Rozet) trouvées à Hardinghen, et pense que ce serait à tort qu'on voudrait les rapporter au *millstone grit*.

Dans la partie méridionale de l'espace où on les observe, les terrains en couches inclinées du bas Boulonnais offrent, dans leur stratification, des accidents très-compliqués. Aux environs d'Hardinghen, les couches semblent présenter des plis du même genre que ceux du terrain houiller de Liége et de Valenciennes.

Disposition irrégulière des assises houillères.

Il paraît que les couches carbonifères, aux environs d'Hardinghen, s'amincissent graduellement en s'avançant à l'E., et qu'elles se prolongent peu dans cette direction. Peut-être se retrouvent-elles au S. E.; car on annonce que M. Mullot, dans un sondage pratiqué à Surques, à deux lieues S. E. d'Hardinghen, a trouvé le terrain houiller renfermant une petite couche de houille. A Hardinghen même, le plongement général des couches de houille est vers le N. E.; mais il n'est pas complétement uniforme. Les puits nombreux qui ont été creusés pour les travaux d'exploitation ont fait reconnaître que, si l'on projetait sur un plan horizontal leur tête ou leur ligne de jonction avec les terrains de nouvelle formation, elle serait représentée par des lignes ondulées[1]: d'où il résulte nécessairement que leur inclinaison ne peut tendre vers un seul et même point de l'horizon. Les couches houillères, en certaines parties des travaux, sont coupées brusquement par des couches calcaires.

Les psammites du Condros surgissent eux-mêmes, à l'improviste, tout près des mines de houille. Dans une course que nous avons eu l'avantage de faire dans les environs d'Hardinghen, au mois d'octobre 1829, avec M. le professeur Sedgwick et M. Murchison, nous avons observé, près d'une recherche de houille qu'on tentait d'exécuter entre Hardinghen et Rouge-Fort,

[1] Garnier, *Mémoire sur la recherche de nouvelles mines de houille dans le département du Pas-de-Calais*, pag. 90.

un grès tantôt blanc, tantôt noirâtre, complétement analogue aux psammites du Condros, et contenant, comme eux, les impressions de différentes coquilles. On y distingue le *productus subaculeatus*, le *spirifer speciosus intermedius*, l'*orthis umbraculum* ou l'*orthis Dutertrii*, une *orbicule?* etc. En descendant à la verrerie de Rouge-Fort, nous avons remarqué, dans une carrière, un grès très-blanc, à grains très-fins, et d'une cassure presque compacte, dans lequel on a trouvé le *productus subaculeatus*, le *spirifer speciosus intermedius*, la *terebratula prisca*, l'*orthis rugosa*, l'*orthis umbraculum* ou l'*orthis Dutertrii*, des *gorgonia*, et de petits tubes creux qui paraissent être des tubes de *productus*.

Régularité que présente la disposition des terrains anciens situés plus au N.

Les terrains anciens présentent, au contraire, une grande régularité au N. d'une ligne tirée de l'E. S. E. à l'O. N. O., par les puits de recherche de Ferques. Dans les environs de la carrière Napoléon, de la carrière de Lunelle, de celles de Ferques, de la Vallée-Heureuse, des carrières des Communes, de Blacourt, de Bainghen, de Caffiers, de Fiennes, et des carrières du Haut-Banc, les différentes assises du groupe devonien et du groupe carbonifère se succèdent dans leur ordre naturel avec une extrême régularité, en offrant une suite de bandes dirigées moyennement E. S. E., O. N. O., ainsi que l'avait figuré M. Garnier dans la carte jointe à son Mémoire de 1823[1].

Ride des terrains anciens dont l'affleurement du bas Boulonnais fait partie.

Ainsi que nous l'avons déjà fait observer, les terrains arénacés rencontrés dans le puits qui a été approfondi à Monchy-le-Preux, près d'Arras, et les affleurements cités plus haut, à Rebreuve, la Comté, Pernes, Bailleul-lès-Pernes, Febvin, Flechin, Matringhem, Audincthun et Fouquexolle, se trouvent à peu près sur une ligne droite tirée de l'extrémité occidentale de l'Ardenne au Pas-de-Calais, ou, plus exactement, sur une ligne tirée de Monchy-le-Preux à Caffiers dans le Boulonnais, de l'E. 40° S. à l'O. 40° N., et dont le prolongement laisserait un peu à l'E. l'extrémité de l'Ardenne près d'Hirson. Cette ligne paraît être l'axe d'une ride saillante du terrain anthraxifère, dont la crête peu proéminente est recouverte par le terrain crétacé, et visible seulement dans les dénudations de ce terrain.

L'affleurement des roches anciennes dans la partie septentrionale de la dénudation du bas Boulonnais n'est autre chose que la prolongation de cette ride mise à découvert sur une plus grande étendue. Toutes les couches

[1] Garnier, *Mémoire géologique sur les terrains du bas Boulonnais.*

y sont relevées autour d'un axe, qui se rapproche beaucoup de la direction de la crête presque souterraine dont il vient d'être question. Cet axe passe par la partie septentrionale de la contrée, au N. de Ferques. Les deux flancs de la crête sont visibles sur des espaces très-inégaux, celui du N. étant beaucoup plus vite recouvert par les terrains secondaires ou *terrains morts* que celui du midi[1].

Remarque générale sur la disposition des terrains anthraxifères et houillers dans le N. de la France.

On ne doit pas omettre de remarquer que, dans plusieurs des points où cette longue crête est mise à nu, les couches affectent, comme dans certaines parties du Boulonnais, des directions très-discordantes, ce qui rend difficile d'y voir une chaîne régulière. Un examen plus complet de la disposition des couches dans cette ride du terrain anthraxifère, et une connaissance plus intime de la dislocation qui relève brusquement le système des poudingues rouges de Burnot, immédiatement au S. du terrain houiller d'Anzin, seraient les deux éléments qui pourraient fournir le plus de lumières sur la disposition des couches houillères dans le N. de la France, et sur la direction à donner aux recherches dont elles sont l'objet.

Limite probable du terrain jurassique.

Un autre point non moins important, relativement à ces recherches, serait de connaître la limite souterraine du terrain jurassique. Ce terrain, qui borde le pied méridional de l'Ardenne, cesse de se montrer au jour près d'Hirson en même temps que le terrain ardoisier, et on le retrouve dans le bas Boulonnais, appuyé sur le flanc S. O. de la chaîne dont nous venons de parler. A quelle limite s'arrête-t-il dans l'intervalle ? Ce qui paraît le plus probable, c'est qu'il expire au pied de la crête souterraine dont il s'agit, crête qui, suivant toute apparence, formait, avec l'Ardenne, à laquelle elle était alors continue, le rivage du large bras de mer dans lequel s'est déposé le terrain jurassique du grand bassin parisien. En s'avançant d'Arras vers le N. E., on ne voit reparaître le terrain jurassique que sur les bords de l'Ems et du Weser.

Questions importantes à étudier.

Le problème que soulèvent les recherches de mines de houille dans le N. de la France se rattache, en dernière analyse, aux plus grandes questions que la géologie puisse traiter relativement aux couches houillères de ces contrées : celle de la forme, encore indéterminée, du bassin dans lequel elles se sont déposées ; celle des dislocations qu'elles ont éprouvées de-

[1] Fitton, *Bulletin de la Société géologique*, tom. X, pag. 426.

puis leur dépôt, et celle de la disposition des terrains qui ont recouvert le terrain houiller dans une grande partie de son étendue. L'étude de ces derniers terrains sera comprise dans les chapitres subséquents de cet ouvrage. Elle nous mettra dans le cas de reprendre l'examen de la forme des bassins dans lesquels ils se sont moulés.

FIN DU TOME PREMIER.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

CHAPITRE Ier 1

Marche à suivre dans la description géologique d'une contrée 9

Essais des cartes géologiques de la France publiées à diverses époques .. 14

Disposition générale des masses minérales qui forment le sol de la France. 21

Aperçu général de la structure de l'écorce terrestre et de la disposition des terrains qui la composent 34

Définition des mots *roches* et *terrains* 35

De la stratification et des terrains stratifiés 36

Des terrains non stratifiés .... *Ibid.*

Des terrains d'alluvion .... *Ibid.*

Des terrains volcaniques 37

Phénomènes qui ont accompagné l'arrivée au jour des roches non stratifiées 38

Des vallées 40

Des roches métamorphiques 41

Des filons 43

Principes sur lesquels sont fondées les divisions des terrains 44

Preuves du dépôt en couches horizontales des terrains de sédiment 46

Groupement des terrains en quatre classes 49

Absence de fossiles humains dans les terrains de sédiment 52

Lois de la distribution des corps organisés dans les formations 53

Rapports entre les végétaux fossiles et la division des terrains .... *Ibid.*

Rapports entre les fossiles animaux et la division des terrains 54

Groupement des terrains de sédiment d'après leurs fossiles 57

Tableau général des formations 58

Description sommaire des roches 62

Structure de séparation .... *Ibid.*

Roches granitoïdes 65

Granite .... *Ibid.*

Gneiss 66

Pages.
Granite graphique ou pegmatite 66
Leptynite ou weisstein 67
Greisen .... Ibid.
Schorl-rock .... Ibid.
Topas-fels .... Ibid.
Granite talqueux ou protogyne .... Ibid.
Gneiss talqueux .... Ibid.
Syénite .... Ibid.
Roches porphyriques 68
Porphyres .... Ibid.
Porphyre quartzifère .... Ibid.
Feldspath glanduleux. — Variolithe 69
Feldspath compacte. — Pétrosilex. — Eurite .... Ibid.
Feldspath résinite .... Ibid.
Roches trachytiques 70
Trachytes granitoïdes .... Ibid.
Trachytes micacés amphiboliques .... Ibid.
Trachytes porphyroïdes .... Ibid.
Porphyres trachytiques .... Ibid.
Dômite 71
Perlithe ou perlstein .... Ibid.
Obsidienne .... Ibid.
Phonolithe .... Ibid.
Roches amphiboliques 72
Diorite. — Diabase. — Grünstein .... Ibid.
Diorite porphyroïde ou porphyre dioritique .... Ibid.
Diorite amygdaloïde 73
Roches pyroxéniques .... Ibid.
Lherzolithe .... Ibid.
Dolérite .... Ibid.
Mélaphyres ou porphyres augitiques 74
Basaltes .... Ibid.
Roches hypersthéniques 75
Hypérites .... Ibid.
Roches diallagiques .... Ibid.
Euphotide .... Ibid.
Roches micacées 76
Schiste micacé. — Micaschiste .... Ibid.
Roches talqueuses 77
Schiste talqueux ou talcschiste .... Ibid.

Pages.
Chlorite schisteuse et pierre ollaire.......................... 77
Roches de quartz.......................... *Ibid.*
Quartz lydien.......................... 78
Quartz silex.......................... *Ibid.*
Jaspe.......................... *Ibid.*
Des calcaires.......................... *Ibid.*
Calcaires compactes.......................... 79
Calcaire crayeux.......................... 80
Calcaire siliceux.......................... *Ibid.*
Calcaire marneux.......................... *Ibid.*
Calcaire bitumineux.......................... *Ibid.*
Dolomie.......................... *Ibid.*
Dolomies saccharoïdes.......................... 81
Dolomies compactes.......................... *Ibid.*
Roches de chaux sulfatée.......................... *Ibid.*
Chaux sulfatée ou gypse.......................... *Ibid.*
Chaux sulfatée anhydre ou anhydrite.......................... *Ibid.*
Roches diverses.......................... 82
Sel gemme. — Fer carbonaté. — Fer oxydé rouge, etc.......................... *Ibid.*
Houille. — Bois bitumineux. — Tourbe.......................... *Ibid.*
Des laves.......................... *Ibid.*
Roches arénacées.......................... 83
Grauwacke.......................... 84
Grès houiller.......................... 85
Grès rouge.......................... *Ibid.*
Grès bigarré.......................... *Ibid.*
Grès vert.......................... 86
Grès de Fontainebleau.......................... *Ibid.*
Brèches calcaires.......................... *Ibid.*
Arkose.......................... 87
Des argiles et des marnes.......................... *Ibid.*
Marnes irisécs.......................... *Ibid.*
Marnes du lias.......................... *Ibid.*
Marnes d'eau douce.......................... *Ibid.*
Argile plastique.......................... *Ibid.*
Argile wealdienne.......................... 88
Époques d'intercalation des roches ignées dans les terrains de sédiment.......................... *Ibid.*
Basalte.......................... 89
Trachyte.......................... 90
Mélaphyres.......................... *Ibid.*

Pages.

Trapps.... 90
Serpentines. — Euphotides.... *Ibid.*
Porphyres quartzifères.... *Ibid.*
Granites.... *Ibid.*
MODE DE COLORIATION DE LA CARTE GÉOLOGIQUE.... 91
Division de l'ouvrage.... 95
Les montagnes anciennes du centre de la France.... 97
La presqu'île de Bretagne.... *Ibid.*
Massif des Ardennes.... *Ibid.*
Vosges.... *Ibid.*
Montagnes littorales du département du Var.... *Ibid.*
Dépôts houillers.... 98
Autres parties qui doivent compléter l'ouvrage.... *Ibid.*
Tableau des chapitres.... 99

CHAPITRE II. — TERRAIN ANCIEN ET TERRAINS DE TRANSITION DES MONTAGNES DU CENTRE DE LA FRANCE.... 101
Limites de ce plateau.... *Ibid.*
Disposition de son relief.... *Ibid.*
Relation entre les cours d'eau et la nature du sol.... 102
Mélange des vallées d'érosion et de déchirement.... *Ibid.*
Chaînes qui interrompent la régularité du plateau.... 103
Chaînes qui bordent la Loire et l'Allier.... *Ibid.*
Postériorité de ces chaînes.... *Ibid.*
Chaîne du Morvan.... 104
Montagne Noire.... *Ibid.*
Chaînes volcaniques.... *Ibid.*
Soulèvements successifs qui ont modifié le relief du terrain granitique.. 105
Minerais métalliques à la séparation des terrains anciens et des terrains secondaires.... 106
Terrains houillers placés sur le massif granitique.... 107
Élévation du massif granitique central.... *Ibid.*
Composition des montagnes anciennes du centre de la France.... 108
Variétés de granite.... 109
Relation entre la nature du sol et celle des roches qui le composent.... 111
Culture du sol granitique.... 112
Partie basse du plateau.... 114
De la formation de granite.... *Ibid.*
Environs de Limoges.... 115
Granite de Guéret.... 116
Granite de la Corrèze.... *Ibid.*

Pages.
Chaînes granitiques de la Lozère 117
Formation de gneiss sur la partie basse du plateau 118
Gneiss de Limoges .... *Ibid.*
Calcaire dans le gneiss 119
Kaolin de Saint-Yrieix 122
Amphibole disséminé dans le gneiss 123
Différence dans le relief du granite et du gneiss 124
Abondance des filons métallifères dans le gneiss .... *Ibid.*
Fer oxydulé dans le gneiss .... *Ibid.*
Schiste micacé 126
Chaîne du Forez 129
Nature du granite .... *Ibid.*
Des porphyres 130
Porphyre granitoïde .... *Ibid.*
Porphyre quartzifère 131
Age relatif des deux porphyres .... *Ibid.*
Postériorité des porphyres relativement aux terrains de transition .... *Ibid.*
Ligne de contact du granite et du porphyre 132
Filon de débris à la séparation du granite et du porphyre 133
Calcaire saccharoïde enclavé dans le porphyre 134
Terrain de transition du Forez 136
Composition de ce terrain 137
Altération de ce terrain par les porphyres .... *Ibid.*
Passage du schiste au porphyre 138
Chaîne de Tarare .... *Ibid.*
Gneiss sur sa pente E 139
Calcaire jurassique sur la même pente .... *Ibid.*
Succession de roches entre Roanne et Tarare 140
Terrain de transition 141
Terrain de transition de Tarare 142
Passage entre le schiste et le pétrosilex 143
Poudingue à pâte de pétrosilex, près de Beaujeu .... *Ibid.*
Différence entre le terrain de transition de Tarare et celui de Régny 144
Calcaire de Thizy 145
Porphyre qui le traverse .... *Ibid.*
Calcaire de Régny 146
Superposition du grès à anthracite sur le calcaire de Régny .... *Ibid.*
Les porphyres sont postérieurs au terrain houiller 147
Ils sont antérieurs au grès bigarré et au calcaire jurassique .... *Ibid.*
Division des terrains de transition du Forez en trois étages 148

Pages.

Terrain anthraxifère ou devonien 150
Montagnes du Morvan 152
Les porphyres sont plus modernes que les granites 153
Porphyres plus modernes que le terrain houiller 155
Abondance des filons quartzeux 156
Chaîne de la montagne Noire 158
Sa direction . . . . . *Ibid.*
Age de la montagne Noire 159
Disposition relative du granite et du terrain de transition . . . . . *Ibid.*
Nature du granite . . . . . *Ibid.*
Minéraux mélangés 160
Le terrain de transition forme deux bandes . . . . . *Ibid.*
Coïncidence du relief du sol et de la limite des terrains . . . . . *Ibid.*
Composition du terrain de transition 161
Terrain de transition de Burlats 163
Calcaire saccharoïde à la Caune 164
Carrière de Caunes 165
Variétés de calcaire 166
Marbre couleur de chair 167
Marbre cervelas . . . . . *Ibid.*
Marbre gris . . . . . *Ibid.*
Marbre griotte . . . . . *Ibid.*
Abondance des nautiles . . . . . *Ibid.*
Falaise très-élevée à la séparation du terrain de transition et du terrain secondaire 168
Des amphibolithes 169
De la serpentine . . . . . *Ibid.*
Mines métalliques 173
Antimoine sulfuré à Malbosc 174
Plomb sulfuré à Villefort . . . . . *Ibid.*
Culture 175

CHAPITRE III. — TERRAINS ANCIENS ET TERRAINS DE TRANSITION DE LA PRESQU'ÎLE DE BRETAGNE 176
Forme générale de la Bretagne . . . . . *Ibid.*
Montagnes d'Arrez 179
Montagnes Noires . . . . . *Ibid.*
Révolutions successives qui ont modifié le relief de la Bretagne 181
Position relative du granite et des terrains de transition 182
Montagnes de la Vendée . . . . . *Ibid.*
Disposition générale du pays . . . . . *Ibid.*



Pages.
Direction des chaînes et des cours d'eau 182
Composition du sol 183
Chaîne granitique principale . . . . . *Ibid.*
Position du terrain de granite et gneiss 184
Du schiste micacé 185
Il forme deux bandes . . . . . *Ibid.*
Postériorité du granite sur le gneiss 186
Schiste micacé associé au terrain de transition . . . . . *Ibid.*
Minerai de fer dans le schiste micacé 187
Schiste micacé associé à de la grauwacke 188
Affleurements d'anthracite . . . . . *Ibid.*
Poudingue et calcaire . . . . . *Ibid.*
Porphyres quartzifères 189
Amphibolithes . . . . . *Ibid.*
Serpentines 190
Minerais métalliques 191
Terrains anciens de la Bretagne . . . . . *Ibid.*
Le granite est de deux espèces 192
Granite et gneiss . . . . . *Ibid.*
Granite porphyroïde 193
Age relatif des deux espèces de granite 194
Porphyres quartzifères 195
Contact des porphyres quartzifères et des terrains de transition . . . . . *Ibid.*
Époques de l'arrivée au jour des roches cristallines 197
Amphibolithes et kersanton 198
Filons d'amphibolithe dans le grès 200
Minéraux variés disséminés dans le granite 201
Étain oxydé en veinules et en rognons dans le granite de Piriac 202
Étain oxydé de la Villeder 203
Des terrains de transition 204
Les terrains de transition forment trois bassins 205
Schiste modifié au contact des terrains anciens et des terrains de transition . . . . . *Ibid.*
Fossiles dans les schistes maclifères 207
Divisions dans les terrains de transition de la Bretagne 208
Position relative des systèmes cambrien et silurien 209
Terrain cambrien 211
Environs de Cherbourg . . . . . *Ibid.*
Terrain cambrien de Saint-Lô 213
Terrain cambrien des montagnes d'Arrez 215

Pages.
Du terrain silurien 216
Environs de Caen 217
Terrain silurien de Granville 219
Schiste ardoisier d'Angers 220
Du terrain devonien 221
Système anthraxifère. (Terrain devonien.) . . . . . *Ibid.*
Composition du groupe anthraxifère 222
Plissement du groupe anthraxifère 223
De la pierre carrée 224
Nature du charbon 225
Succession des couches d'anthracite 226
Veines exploitées à Montrelais et à Mouzeil 230
Succession des couches près d'Ardenay 231
Bande devonienne dans la Sarthe et la Mayenne 232
Calcaire supérieur près Sablé 233
Des couches métamorphisées 234
Matériaux de construction fournis par les terrains de transition 235
Minerais métalliques 237
CHAPITRE IV. — MASSIF DES ARDENNES 240
Situation de l'Ardenne . . . . . *Ibid.*
Forme générale de l'Ardenne . . . . . *Ibid.*
Origine du nom de l'Ardenne 241
Caractères distinctifs de l'Ardenne 243
Hautes-Fagnes . . . . . *Ibid.*
Hauteurs des diverses parties de l'Ardenne 244
Vallées de l'Ardenne . . . . . *Ibid.*
Antiquité de la surface de l'Ardenne 246
Aridité de l'Ardenne . . . . . *Ibid.*
Saillie du bord méridional de l'Ardenne 247
Démarcation prononcée des limites de l'Ardenne 248
Tranchée de la Meuse 249
Son origine probable 250
Composition de l'Ardenne ; terrain ardoisier 251
Caractères de l'ardoise 252
Exploitations d'ardoises . . . . . *Ibid.*
Ardoisières de Fumay 253
Ardoisières de Rimogne . . . . . *Ibid.*
Ardoisières de Deville et de Château-Regnault 254
Pyrites et fer oxydulé dans les schistes ardoisiers . . . . . *Ibid.*
Grauwacke, quartzite et calcaires subordonnés . . . . . *Ibid.*



Pages.
Strates obliques; trois sens de division........................ 255
Ampélites graphiques.. Ibid.
Anthracites, empreintes végétales........................ Ibid.
Grauwackes schisteuses.. Ibid.
Quartzites.. 256
Grès blancs.. Ibid.
Calcaire.. 257
Roches porphyroïdes.. 258
Contournements.. 261
Obliquité des feuillets.. Ibid.
Observations de MM. Parrot et de Hennezel........................ 262
Difficulté de faire une coupe générale de l'Ardenne........................ Ibid.
Ordre de superposition des masses principales du terrain ardoisier.... Ibid.
Deux étages de M. Rozet.. 263
Trois étages de M. Dumont.. Ibid.
Gisement des calcaires.. 264
Question de l'âge géologique du terrain ardoisier........................ Ibid.

CHAPITRE V. — LES VOSGES.. 267
Situation des Vosges.. Ibid.
Leur élévation.. Ibid.
Formes de leurs cimes. — *Ballons*.. 268
Aspect de la végétation qui les couvre.. Ibid.
Cimes gazonnées.. 269
Les Vosges, vues du Bärenkopf.. Ibid.
Le ballon de Guebwiller.. 270
Le Hohneck, crête centrale des Vosges.. 271
Remarques générales sur les dômes gazonnés ou *hautes chaumes* des Vosges.. 272
Rochers escarpés.. 273
Chutes d'eau.. Ibid.
Escarpements rares dans les Vosges, à cause du fendillement des roches. 274
Tourbières.. Ibid.
Lacs.. 275
Lacs dans des cirques.. Ibid.
Lac Blanc et lac Noir.. Ibid.
Lac Vert.. Ibid.
Lac de Retournemer.. 276
Lac des Corbeaux.. Ibid.
Lacs de Blanchemer et du Marchais.. Ibid.
Lac du Ballon.. Ibid.

Pages.
Belle végétation qui couvre les amphithéâtres de plusieurs de ces lacs.. 277
Forêts des Vosges en partie dévastées........................... 278
Cultures.. Ibid.
Culture du bois... 279
Vallées de la partie centrale des Vosges........................ Ibid.
Vallées de la pente alsacienne, profondes et abritées........... Ibid.
Vallées de la pente occidentale, moins profondes, moins abritées, plus sauvages.. 280
Région des lacs et des cascades................................. Ibid.
Gorge de la Vologne... Ibid.
Caractère des montagnes qui forment la bordure occidentale des Vosges. 281
Prolongement septentrional des Vosges........................... 282
On distingue la partie septentrionale des Vosges par le nom de *basses Vosges* ou de *Hardt*.. Ibid.
Deux grandes masses dans les Vosges: montagnes arrondies et montagnes aplaties. Comment les secondes enveloppent les premières......... Ibid.
Montagnes de grès: rangée du S.; rangée de l'E................. 283
Montagnes de grès: rangée de l'O.............................. 284
Le Donon.. 285
La partie septentrionale des Vosges est un grand plateau de grès.. 286
Vallées qui la découpent.. Ibid.
Escarpements qu'elle présente................................... Ibid.
Formes de quelques rochers de grès.............................. 287
Vieux châteaux qui les couronnent............................... 288
Les Vosges se distinguent nettement des contrées qui les entourent.... Ibid.
Bord des Vosges du côté de l'Alsace............................. 289
Du côté de la Lorraine.. Ibid.
Du côté de la Franche-Comté..................................... Ibid.
Les Vosges forment une île montagneuse.......................... 290
Détails sur les contours et les formes de cette île............. Ibid.
Aspect que présentent les Vosges de divers points de la Lorraine...... 291
Les Vosges, vues de la côte d'Essey............................. Ibid.
——— vues des environs de Nancy.................................. 292
——— vues du bord des plateaux oolithiques....................... Ibid.
——— vues du côté de l'Alsace.................................... 293
——— vues de Mulhouse.. Ibid.
——— vues de Colmar.. 294
Bord des Vosges, vu du château de Landsberg..................... Ibid.
Les Vosges, vues du Kaiserstuhl................................. 295
——— vues des cimes de la Forêt-Noire............................ 297

Pages.
Les Vosges se présentent dans leur ensemble comme un gâteau tuberculeux ... 297
Bord méridional des Vosges ... *Ibid.*
C'est une façade accessoire d'un caractère tout spécial ... 298
Les Vosges, vues de la plaine, entre Dannemarie et Beffort ... *Ibid.*
——— vues de la Motte de Vesoul ... 299
Ligne de circonscription des Vosges ... 300
Deux sortes de montagnes dans les Vosges; leur répartition ... *Ibid.*
Terrain fondamental des Vosges; traces de stratification qu'il présente ... 301
Zone granitique qui traverse les Vosges ... *Ibid.*
Le granite borde la plaine du Rhin ... 302
Il forme la base du ballon de Guebwiller ... *Ibid.*
Ce granite est souvent porphyroïde ... *Ibid.*
Granite porphyroïde avec albite d'Andlau ... 303
Granite de la crête centrale des Vosges ... *Ibid.*
Granite du Hohneck ... *Ibid.*
Granite du Bramont ... *Ibid.*
Tourmalines dans le granite ... 304
Passages accidentels du granite à la protogyne ... *Ibid.*
Leptynite, signalé depuis longtemps dans les Vosges ... 305
Relations du leptynite et du granite commun observées par M. Rozet ... *Ibid.*
Granite commun dans la gorge de la Vologne ... 306
——— dans le bassin de Remiremont ... *Ibid.*
Le feldspath y est souvent décomposé ... *Ibid.*
Passage du granite commun au leptynite et au gneiss ... 307
Composition du leptynite ... 308
Ses variétés ... *Ibid.*
Son passage au granite et au gneiss ... 309
Gneiss des Vosges ... *Ibid.*
Près de Sainte-Marie-aux-Mines, il passe au leptynite ... *Ibid.*
Variétés particulières du gneiss ... 310
Gneiss avec graphite ... *Ibid.*
Passage du gneiss au micaschiste ... *Ibid.*
Stratification du gneiss ... 311
Étendue qu'il occupe ... *Ibid.*
Calcaire saccharoïde enclavé dans le gneiss ... 312
Carrière du Chippal ... *Ibid.*
Carrière de Laveline ... *Ibid.*
Carrière de Saint-Philippe ... 313
Graphite dans le gneiss ... 314

Pages.

Traces charbonneuses dans le gneiss; recherches de houille 314
Recherches de houille dans le gneiss du Val-d'Ajol 315
Probabilité de l'origine métamorphique du gneiss 316
Micaschiste : il se lie au gneiss et au schiste argileux 317
Schistes du val de Villé 318
Schiste argileux altéré près de son contact avec le granite de la vallée d'Andlau 319
Schiste argileux de l'Hôte-du-Bois . . . . *Ibid.*
Schistes des environs de Sénones; pierres à aiguiser 320
Schistes de la vallée de la Brüche . . . . *Ibid.*
Schistes et grauwackes des environs de Schirmeck 321
Schistes et grauwackes des environs de Lutzelhausen. — Ardoises de Nydeck . . . . *Ibid.*
Carrières d'ardoises de la Crâche . . . . *Ibid.*
Calcaire de Schirmeck, intercalé dans les schistes 322
Calcaire de Vachenbach . . . . *Ibid.*
Calcaire de Framont 323
Analogie de ce terrain avec celui de l'Ardenne . . . . *Ibid.*
Schistes et grauwackes du midi des Vosges . . . . *Ibid.*
Schistes et grauwackes de la vallée de Guebwiller 324
——— de la base du ballon . . . . *Ibid.*
——— de Grüth . . . . *Ibid.*
——— du vallon de Claubach 325
——— d'Odern . . . . *Ibid.*
——— de la côte de Bussang . . . . *Ibid.*
——— d'Auxelles-Bas et des Granges-Godey . . . . *Ibid.*
——— de Plancher-Bas 326
Schiste coticule de la Voivre . . . . *Ibid.*
Schistes et grauwackes du Salbert . . . . *Ibid.*
——— d'Anjoutey . . . . *Ibid.*
Analogie de ce terrain avec celui de l'Ardenne . . . . *Ibid.*
——— avec les schistes de Saône-et-Loire et du Morvan . . *Ibid.*
Rapports entre ce terrain schisteux et le terrain du gneiss 327
Probabilité de l'origine métamorphique du gneiss . . . . *Ibid.*
——— et même du leptynite et du granite commun . . . . *Ibid.*
Pas de roches vraiment primitives dans les Vosges . . . . *Ibid.*
Origine éruptive du granite porphyroïde . . . . *Ibid.*
Fragments de gneiss dans le granite 328
Remarques de MM. Hogard, Rozet et E. Puton . . . . *Ibid.*



Pages.
Les faits sont moins simples que ce système 329
Filons de granite à petits grains, et même de leptynite, coupant le granite porphyroïde 330
Environs de la Bresse .... *Ibid.*
Environs de Thannenkirch .... *Ibid.*
Entre Liepvre et Dambach. — Col de Sainte-Marie 331
Forêt de Barr; filons de leptynite et fragments de granite à petits grains dans un même granite à gros grains .... *Ibid.*
Blocs aux environs de Gérardmer .... *Ibid.*
Difficulté d'admettre un ordre constant de production .... *Ibid.*
Le granite se charge d'amphibole. — Granite syénitique .... *Ibid.*
Environs du Tillot et de la Bresse 332
Environs de Sainte-Marie-aux-Mines .... *Ibid.*
Le granite syénitique tend à former des proéminences circonscrites comme les syénites et les porphyres 333
Massifs isolés que forment les roches cristallines dans le midi des Vosges. — *Ballons* .... *Ibid.*
Ballon d'Alsace ou de Giromagny 334
Ballon de Comté ou de Servance .... *Ibid.*
Syénite qui les compose .... *Ibid.*
Son grain devient plus fin sur les bords de la masse 335
Roches intercalées .... *Ibid.*
Passage du granite au porphyre quartzifère .... *Ibid.*
——————— entre Gérardmer et Vagney .. *Ibid.*
——————— entre Granges et Gérardmer. 336
Environs de la Bresse .... *Ibid.*
Composition du porphyre quartzifère .... *Ibid.*
Filons de porphyre quartzifère dans le granite 337
Rapports avec les porphyres quartzifères du Morvan et de la Bretagne... 338
Porphyres sans quartz enchâssés dans le granite .... *Ibid.*
Les filons euritiques sont quelquefois métallifères .... *Ibid.*
Filons de trapp dans le granite .... *Ibid.*
Massif granitoïde au N. du val de Villé 339
Roches granitoïdes des environs de Sénones .... *Ibid.*
Roches granitoïdes du Champ-du-Feu .... *Ibid.*
Nombreuses variétés qu'elles présentent 340
Liaison intime de la syénite et du granite .... *Ibid.*
Nombreux filons de diorite .... *Ibid.*
Granites de Breitenbach et du haut de la vallée d'Andlau 341
Filons qu'ils poussent dans les schistes 342

Pages.
Roches euritiques qui pénètrent dans les schistes aux environs de Schirmeck 342
Poudingues à pâte euritique 343
Diorite des environs de Schirmeck . . . . Ibid.
Environs de Framont 345
Massif du Champ-du-Feu circonscrit par les montagnes de grès 347
Points où se montrent les roches anciennes dans le N. des Vosges . . . . Ibid.
Gneiss et porphyres d'Albretschweiler . . . . Ibid.
Schistes de Weiler . . . . Ibid.
Granite de Jœgerthal . . . . Ibid.
Terrain porphyrique particulier dans le midi des Vosges 348
Roches qui forment la cime du ballon de Guebwiller . . . . Ibid.
Porphyre brun 349
Il est souvent bréchiforme 350
Porphyre brun dans la vallée de la Lauch . . . . Ibid.
———— dans la vallée de Claubach . . . . Ibid.
Système du porphyre brun dans la vallée de la Thur 351
———— au Gresson . . . . Ibid.
———— au Rossberg 352
———— entre Thann et Massevaux . . . . Ibid.
———— aux environs de Thann 353
Rochers et carrières de Thann . . . . Ibid.
Vallon de Thann 354
Vallon d'Erzenbach 355
Carrière près du haut fourneau de Bitschwiller . . . . Ibid.
Tiges et empreintes de végétaux dans le pétrosilex 356
Vallon de Steinbach 357
Vallon d'Uffholtz . . . . Ibid.
Vallée de Massevaux . . . . Ibid.
Vallée de Giromagny 358
Vallée de Plancher-les-Mines 360
Porphyres bruns en prismes inclinés 362
Porphyres bruns entre Plancher et Faucogney . . . . Ibid.
Résumé des caractères du terrain de porphyre brun 363
Différence entre les porphyres bruns et les porphyres rouges quartzifères auxquels passent les granites 364
Analogie de structure entre la formation des porphyres bruns et celle des porphyres rouges quartzifères du Tyrol . . . . Ibid.
Analogie de structure avec certains terrains trachytiques . . . . Ibid.
Le terrain de porphyre brun se rapporte au système devonien 365



Pages.
Porphyres caractérisés par le labrador, ou mélaphyres. 365
Mélaphyres de Rimbach. 366
Mélaphyres de Bitschwiller. . . . . . *Ibid.*
Mélaphyres d'Horben. 367
Mélaphyres de la vallée de Giromagny. . . . . . *Ibid.*
Mélaphyres du département de la Haute-Saône. 368
Passage du mélaphyre au spilithe. . . . . . *Ibid.*
Époque probable de l'éruption des mélaphyres des Vosges, postérieure au grès rouge et antérieure au grès des Vosges. 369
Rapports des mélaphyres des Vosges avec ceux d'Oberstein et de Kirn. . *Ibid.*
Hypérite ou syénite hypersthénique entre Oberbruck et Rimbach. 370
Filons de minette. . . . . . *Ibid.*
Serpentines et euphotides. 371
Époque probable de l'éruption des serpentines. 372
Montagnes de grès des Vosges. 373
Caractères généraux du grès des Vosges. . . . . . *Ibid.*
Stratification du grès des Vosges. 374
Cailloux roulés répandus dans le grès des Vosges. 375
Origine probable de ces cailloux roulés. . . . . . *Ibid.*
Variations dans l'abondance, la grosseur et le degré d'usure de ces cailloux roulés. . . . . . *Ibid.*
Rareté des débris organiques dans le grès des Vosges. 376
Caractères qui distinguent les parties inférieures du grand dépôt arénacé des Vosges. . . . . . *Ibid.*
Ces caractères sont ceux du grès rouge, *rothe todte liegende*. 377
Grès rouge des environs de Ronchamp. . . . . . *Ibid.*
Argilolithe à la partie inférieure du grès rouge. 378
Poudingue. . . . . . *Ibid.*
Couches alternatives de grès et d'argilolithe. . . . . . *Ibid.*
Conglomérats grossiers. 379
Divers accidents que présente le grès rouge. . . . . . *Ibid.*
Grès rouge sur les pentes de la colline de Bourg-les-Monts. 380
Grès des Vosges à la cime. . . . . . *Ibid.*
Superposition. 381
Stratification parallèle et liaison des deux grès. . . . . . *Ibid.*
Bassin occupé par le grès rouge. . . . . . *Ibid.*
Montagnes de grès des Vosges, qui le limitent au S. O. . . . . . *Ibid.*
Veines de dolomie qui s'y trouvent. . . . . . *Ibid.*
Grès rouge dans la partie supérieure du Val-d'Ajol. 382
Argilolithe de Faymont; troncs silicifiés. . . . . . *Ibid.*

Pages.

Observations de Guettard et Lavoisier ... 382
Liaison du grès rouge avec le porphyre rouge quartzifère ... 384
Grès rouge du bassin de Bruyères ... *Ibid.*
Veines de dolomie ... 385
Grès rouge des environs de Saint-Dié ... *Ibid.*
Porphyres de l'Hôte-du-Bois ... *Ibid.*
Le grès rouge traverse la chaîne des Vosges ... *Ibid.*
Grès rouge du val de Villé ... *Ibid.*
Troncs silicifiés dans l'argilolithe du grès rouge à Triembach ... 386
Grès rouge très-épais à Fouchy ... *Ibid.*
Dolomies dans la partie supérieure du grès rouge ... *Ibid.*
Rognons d'agate dans les dolomies ... 387
Ces dolomies correspondent peut-être au *zechstein* ... *Ibid.*
Passage du grès rouge au grès des Vosges ... *Ibid.*
Grès rouge au pied du Donon ... *Ibid.*
Liaison du grès rouge avec le porphyre rouge quartzifère ... *Ibid.*
Porphyre rouge quartzifère de la vallée de Nydeck ... 388
Remarques sur la structure du terrain de porphyre et de grès rouge ... *Ibid.*
Terrain houiller : il est peu développé dans les Vosges ... 389
Localités où on l'observe ... *Ibid.*
Ses caractères généraux ... *Ibid.*
Données que fournit le gisement des terrains sédimentaires sur les révolutions qui ont façonné les Vosges ... 390
La forme insulaire des Vosges est liée au gisement du grès des Vosges ... *Ibid.*
Falaise qui forme la terminaison des Vosges le long des plaines de la Lorraine ... *Ibid.*
Remarques géométriques sur la disposition de cette falaise ... 391
Disposition du grès bigarré au pied des montagnes ... 392
Vallée de la Mortagne ... *Ibid.*
Le grès bigarré ne s'élève pas sur les montagnes de grès des Vosges ... *Ibid.*
Grès bigarré juxtaposé au grès des Vosges, au pied des montagnes d'Étobon ... 393
Grès des Vosges entre Ronchamp et Clairegoutte, superposé directement au grès rouge ... *Ibid.*
Le dépôt du grès bigarré n'a pas succédé sans secousse au grès des Vosges. *Ibid.*
Faille qui détermine le bord occidental des Vosges aux environs de Remiremont ... 394
Autres failles parallèles dont l'une passe à l'Hôte-du-Bois ... 395
Faille qui forme la terminaison occidentale des Vosges dans leur partie septentrionale ... *Ibid.*
Prolongement méridional de cette dernière faille ... 396



Pages.
Variations qu'éprouve la situation relative de ses deux côtés dans ses diverses parties........ 396
Comment cette faille se manifeste près de Saales........ 397
Elle ne se prolonge pas plus loin au midi........ 398
Autres failles analogues et parallèles, auxquelles est due la falaise qui borde la plaine du Rhin........ *Ibid.*
Détails sur la hauteur et l'étendue d'une de ces failles........ *Ibid.*
Ces failles ne déterminent que les lignes terminales du massif méridional des Vosges........ 400
La ligne de faîte est produite par une légère inclinaison des segments déterminés par les failles........ *Ibid.*
Nature des mouvements que la surface des Vosges a éprouvés depuis le dépôt du grès des Vosges........ 401
Les divers segments du grès des Vosges se relèvent, comme les combles d'un édifice, vers la partie centrale de la chaîne........ *Ibid.*
Ligne parallèle aux grandes failles jalonnée par le grès rouge........ 402
Uniformité générale de la pente occidentale de la chaîne........ 402
Crête centrale........ 403
Inégalité des deux pentes des Vosges........ *Ibid.*
Le ballon de Guebwiller est placé au milieu de la pente orientale........ 404
Aspect des Vosges, vues de sa cime........ *Ibid.*
Disposition géométrique des éléments de ce paysage........ *Ibid.*
Le ballon de Guebwiller s'élève jusqu'au plan tangent au versant occidental des Vosges........ *Ibid.*
Disposition des dômes de la partie méridionale des Vosges........ 405
Vérification de l'uniformité de la pente occidentale des Vosges........ *Ibid.*
Bosses du versant oriental. — Forme analogue à celle d'un toit........ 406
Saillie de la ligne de faîte........ *Ibid.*
Cette saillie paraît due à deux groupes de failles........ *Ibid.*
Formes générales des Vosges, liées aux dislocations du grès des Vosges. 407
Deux lignes de faîte comme dans les Pyrénées........ *Ibid.*
Les traits distinctifs des Vosges résultent du soulèvement du grès des Vosges antérieurement au grès bigarré........ 409
Ce caractère s'étend à tout le *système du Rhin*........ *Ibid.*
Autres traits antérieurs au grès des Vosges........ *Ibid.*
Traces des phénomènes qui ont fait du terrain houiller, du grès rouge, et du grès des Vosges, autant de formations distinctes........ *Ibid.*
Le terrain houiller est concentré dans quelques bassins........ 410
Il est généralement peu disloqué dans les Vosges........ *Ibid.*
Cependant le grès rouge ne fait pas continuité avec le terrain houiller.. *Ibid.*

Pages.

Puits de Lalaye. 410

Disposition du grès houiller et du grès rouge près de Villé et de Triembach. 411

Il existe une discontinuité bien marquée entre le terrain houiller et le grès rouge. 412

Le grès rouge et le grès des Vosges, quoique parallèles et continus, se sont déposés dans des circonstances très-différentes . . . . *Ibid.*

Cela suppose deux révolutions, l'une antérieure, l'autre postérieure au grès rouge. 413

Époques géologiques auxquelles elles correspondent . . . . *Ibid.*

Les effets de ces deux révolutions sont peu apparents dans les Vosges . . . *Ibid.*

Autres révolutions plus anciennes, dont les effets sont plus visibles 414

Ile montueuse que le grès des Vosges a entourée dans le midi des Vosges. . . . . *Ibid.*

Le Champ-du-Feu a formé une île analogue. . . . . *Ibid.*

Structure de la partie méridionale des Vosges. 415

Comment elle s'explique par le soulèvement de la syénite. . . . . *Ibid.*

Les parties méridionales de la Forêt-Noire présentent un caractère analogue 416

Age relatif du groupe des ballons. 417

Ridement très-général et très-ancien dirigé du N. E. au S. O. . . . . *Ibid.*

Ces nombreuses dislocations rendent facile à concevoir l'existence des filons métalliques . . . . *Ibid.*

Filons de Giromagny, de Plancher-les-Mines, etc. 418

Filons de Faucogney. *Ibid.*

Filons de Sainte-Marie-aux-Mines. . . . . *Ibid.*

Filon de la Croix. 419

Filons de quartz. . . . . *Ibid.*

Plexus de filons quartzeux appelé la *Vèche* . . . . *Ibid.*

Filon analogue près de Ribeauvillé. 421

Filons ferrugineux. *Ibid.*

Fer oligiste très-répandu dans les granites. . . . . *Ibid.*

Filons de fer oligiste aux environs de Servance . . . . *Ibid.*

Filon de manganèse oxydé à Saphoz 422

Filons ferrugineux à l'angle S. E. des Vosges . . . . *Ibid.*

Gîtes ferrugineux de Framont 423

Filons ferrugineux de la partie septentrionale des Vosges; plomb phosphaté. 424

Mouvements qui se sont reproduits à plusieurs reprises dans les filons. — *Miroirs*. *Ibid.*



Pages.
Rejets produits par des fentes 424
Mouvements d'un ordre secondaire opérés dans les Vosges après les grandes dislocations 425
Anomalies que présentent les allures du grès bigarré aux environs du Val-d'Ajol .... *Ibid.*
Hauteur considérable à laquelle ces anomalies élèvent le grès bigarré ... 426
Axe particulier de soulèvement dans le S. O. des Vosges 427
Comparaison avec le Morvan .... *Ibid.*
Date géologique probable de ce soulèvement .... *Ibid.*
Sa liaison probable avec les éruptions de serpentine .... *Ibid.*
Autres mouvements que le grès bigarré a subis depuis son dépôt autour des Vosges .... *Ibid.*
Ils peuvent résulter de mouvements récents dans des failles existantes antérieurement 428
Miroirs produits dans des filons déjà formés .... *Ibid.*
Ces mouvements ont quelquefois eu lieu à des époques très-récentes.... *Ibid.*
Coupe de la montagne de Saverne .... *Ibid.*
Ce qu'il y a d'ancien et ce qu'il y a de moderne dans la faille de Saverne. 429
Failles du système de la Côte-d'Or, qui accidentent la contrée dont les Vosges font partie .... *Ibid.*
Il est difficile de faire, dans l'intérieur des Vosges, la part exacte des accidents plus modernes que le dépôt du grès bigarré 430
Soulèvement partiel du Donon .... *Ibid.*
Étoilement du sol aux environs de Gérardmer .... *Ibid.*
Lacs circulaires 431
Leur ressemblance avec les lacs de l'Eifel 432
Leur origine par écroulement, liée probablement à l'éruption des basaltes .... *Ibid.*
Ces phénomènes modernes n'ont pas effacé les limites entre les plaines et les montagnes .... *Ibid.*
Les Vosges sont caractérisées par leur isolement .... *Ibid.*
La Forêt-Noire et l'Odenwald partagent ce caractère d'isolement 433
Analogie des montagnes des deux bords du Rhin .... *Ibid.*
Système du Rhin; ses traits caractéristiques .... *Ibid.*
Petits accidents des contrées rhénanes qui appartiennent à d'autres systèmes 434
Étendue probable du système du Rhin .... *Ibid.*
La symétrie des montagnes des deux bords du Rhin en fait un ensemble. 435
Points favorables pour juger cette symétrie. — La Motte, près de Vesoul. *Ibid.*
L'Uetliberg .... *Ibid.*

Pages.
Röthi-Fluhe 435
Origine des deux groupes montagneux et de la plaine qui les sépare 436

CHAPITRE VI. — Collines littorales du département du Var. — Les Maures et l'Esterel 438
Le sol de la Provence se lie, en général, aux contrées montueuses du Dauphiné . . . . Ibid.
Petite région qui s'en distingue . . . . Ibid.
Collines littorales du département du Var . . . . Ibid.
Configuration extérieure de leur sol . . . . Ibid.
Leur division en deux masses distinctes 439
Les *Maures* et l'*Esterel* . . . . Ibid.
Montagnes des Maures généralement arrondies . . . . Ibid.
Montagnes de l'Esterel plus anf actueuses . . . . Ibid.
Origine du nom des *Maures* 440
La Garde-Frainet . . . . Ibid.
Chaîne de la Sauvette . . . . Ibid.
Iles d'Hyères 441
Végétation des collines littorales . . . . Ibid.
Elle frappa Saussure . . . . Ibid.
Cap Roux 442
Forêt de l'Esterel . . . . Ibid.
Vallée de l'Argens . . . . Ibid.
Massif des Maures 443
Montagnes de la Garde-Frainet. — Châtaigniers . . . . Ibid.
Golfe de Grimaud 444
Bassin de Grimaud . . . . Ibid.
Il jouit d'un climat privilégié . . . . Ibid.
Environs de Bormes 445
Bassin d'Hyères, le mieux abrité de tous . . . . Ibid.
Iles d'Hyères 446
Comment les montagnes des Maures sont circonscrites . . . . Ibid.
Leur aspect des premiers gradins des Alpes . . . . Ibid.
Leur composition . . . . Ibid.
Roches cristallines qui en forment la base 447
Schistes des environs de Toulon . . . . Ibid.
Presqu'île de Giens 448
Rocher quartzeux isolé sur le flanc N. de la presqu'île de Giens 449
Quartzites et calcaires subordonnés aux schistes de la presqu'île de Giens. Ibid.
Analogie avec les schistes des Ardennes et des Vosges 450
Schistes de l'île de Porquerolles . . . . Ibid.



Pages.
Minéraux disséminés.................................... 451
Schistes de la chapelle Saint-Jean.................................... *Ibid.*
Remarques de Saussure sur leur composition.................................... *Ibid.*
Remarques analogues de Playfair sur certains schistes de l'Écosse...... 453
Ces remarques ont fini par conduire à l'idée du *métamorphisme*........ *Ibid.*
Schistes de la colline au N. d'Hyères.................................... 454
Schistes, grauwackes, quartzites entre Hyères et la Roquette.......... *Ibid.*
Passage au gneiss.................................... *Ibid.*
Schistes entre Collobrières et Bormes.................................... *Ibid.*
Micaschistes et gneiss des environs de Bormes.................................... 455
——————— de la presqu'île de Saint-Tropez.............. *Ibid.*
——————— des bords du golfe de Grimaud................ *Ibid.*
Filons quartzeux et granitiques.................................... *Ibid.*
Veines charbonneuses dans le gneiss.................................... 456
Granite graphique et kaolin entre Cogolen et la Garde-Frainet........ *Ibid.*
Couches charbonneuses dans le gneiss coupé par un filon de granite graphique.................................... *Ibid.*
Couches charbonneuses dans le gneiss au S. de Notre-Dame-de-Milamas.................................... 457
Contournement des couches vers le N.................................... *Ibid.*
Veinules charbonneuses dans le micaschiste près de la Garde-Frainet... 458
Micaschiste de la chaîne de la Sauvette.—Couches d'*itabirite*......... *Ibid.*
Bassin du Plan-de-la-Tour. — Granite.................................... *Ibid.*
Gneiss et granite entre le Plan-de-la-Tour et Roquebrune............ *Ibid.*
Roches cristallines anciennes dans le massif de l'Esterel................ 459
Filons de granite avec tourmaline.................................... *Ibid.*
Rocher de micaschiste de Cannes.................................... 460
Deux directions dominent dans les roches stratifiées anciennes des Maures et de l'Esterel.................................... *Ibid.*
Tableau général des directions observées.................................... 461
Tableau qui résume le précédent.................................... 465
Rose des directions.................................... 467
Deux directions principales.................................... *Ibid.*
Leurs rapports avec les directions observées dans d'autres pays........ *Ibid.*
Autres dislocations.................................... 468
Filons métallifères.................................... *Ibid.*
Bassins houillers.................................... 470
On en connaît trois.................................... *Ibid.*
Porphyres rouges quartzifères.................................... *Ibid.*
Formes dentelées des crêtes porphyriques.................................... 471

Pages.
Le cap Roux. 472
Les porphyres de l'Esterel s'étendent jusqu'à la vallée de l'Endelos. 474
Les porphyres rouges quartzifères de l'Esterel ont fixé depuis longtemps l'attention de divers auteurs. . . . . *Ibid.*
Composition de ces porphyres. . . . . *Ibid.*
Mode de division des porphyres quartzifères de l'Esterel. 475
Ces porphyres s'étendent au midi jusqu'à la rade d'Agay. . . . . *Ibid.*
Porphyres d'un gris bleuâtre entre Saint-Raphaël et la rade d'Agay. 476
Remarques sur leur composition . . . . *Ibid.*
Ils se rapprochent de certains trachytes. 477
Ils ont été exploités par les Romains 478
Le porphyre quartzifère a fait éruption à travers le gneiss. . . . . *Ibid.*
Filons de porphyre dans le gneiss. 479
Traces des phénomènes éruptifs. . . . . *Ibid.*
Structure prismatique. . . . . *Ibid.*
Structure rubanée . . . . *Ibid.*
Structure bréchiforme. . . . . *Ibid.*
Passage aux conglomérats. 480
Passage des conglomérats au grès bigarré. . . . . *Ibid.*
Porphyres qui traversent le grès bigarré. 481
Fragments de grès bigarré empâtés dans le porphyre. . . . . *Ibid.*
Les éruptions de porphyre ont eu lieu successivement pendant la période du grès bigarré. . . . . *Ibid.*
Certaines éruptions de porphyre sont contemporaines de certaines couches de grès. . . . . *Ibid.*
Montagne de Roquebrune : elle révèle l'origine du grès bigarré. 482
Structure de la montagne de Roquebrune. 483
Conglomérat de granite et de porphyre . . . . *Ibid.*
Origine probable de ce conglomérat. 484
Passage du conglomérat au grès bigarré. . . . . *Ibid.*
Le porphyre quartzifère se montre en divers points de la ceinture des Maures. 485
Le grès bigarré forme une ceinture autour des montagnes des Maures et de l'Esterel. 486
Composition du grès bigarré. . . . . *Ibid.*
Ressemblance du grès bigarré du Var avec celui de l'Allemagne et de la Lorraine. 487
Accidents qu'il présente. . . . . *Ibid.*
Couches quartzeuses. . . . . *Ibid.*
Couches calcaires. . . . . *Ibid.*

Pages.

Veines de baryte sulfatée........ 487
Mouches de cuivre carbonaté........ 488
Filon de fer oligiste........ *Ibid.*
Disposition des couches du grès bigarré........ *Ibid.*
Il est surmonté par le muschelkalk........ *Ibid.*
Fossiles qui caractérisent cette formation........ *Ibid.*
Constitution du muschelkalk........ 489
Stratification du muschelkalk........ 490
Concordance et liaison du muschelkalk et du grès bigarré........ *Ibid.*
Leur disposition relativement aux montagnes de l'Esterel et des Maures. *Ibid.*
Les porphyres quartzifères du Var appartiennent, comme ceux du Tyrol, à la période du grès bigarré........ 491
Autres masses éruptives dans les montagnes de l'Esterel et des Maures........ *Ibid.*
Serpentines........ *Ibid.*
Serpentines de la Molle........ *Ibid.*
Serpentines des Quarrades........ 492
Fer chromé........ *Ibid.*
Les serpentines des Maures sont probablement contemporaines de celles des Vosges et du Limousin........ *Ibid.*
Mélaphyres........ *Ibid.*
Ils passent à la structure amygdaloïde........ 493
Amygdaloïdes du col de Grâne........ 494
——— de Fréjus........ *Ibid.*
Les amygdaloïdes de Fréjus ont été prises pour des roches volcaniques.. 495
Mélaphyres des environs d'Antibes........ *Ibid.*
Mélaphyres de la rade de Giens........ 496
Age probable des mélaphyres du Var........ *Ibid.*
Mamelons basaltiques........ *Ibid.*

CHAPITRE VII. — Du terrain houiller. — Sa répartition sur le territoire du royaume. — Description succincte des différents bassins qu'il constitue........ 499
Répartition du terrain houiller sur la surface de la France........ 500
Répartition du terrain houiller en Angleterre........ 501
Comparaison entre les terrains houillers de la France et des autres parties de l'Europe........ 503
Relief du terrain houiller........ 504
Poudingues à grandes parties à la base des terrains houillers........ 505
Séparation des terrains houillers en deux classes........ 506
Composition des terrains houillers........ 507
Des grès........ 508

Pages.

Des argiles schisteuses 508
Du minerai de fer 509
De la houille .... *Ibid.*
Arbres placés verticalement et traversant plusieurs couches du terrain houiller 510
Rareté du minerai de fer 511
Ordre de la description des terrains houillers 513

(A.) Terrains houillers en connexion avec les montagnes anciennes du centre de la France .... *Ibid.*

Bassin houiller de Saint-Étienne et de Rive-de-Gier 515
Production du bassin de la Loire .... *Ibid.*
Division du terrain houiller de la Loire en deux bassins 516
Les couches de houille forment deux systèmes séparés 518
Roches composant le terrain houiller 519
Des poudingues .... *Ibid.*
Des grès .... *Ibid.*
Des schistes .... *Ibid.*
Prédominance du grès 520
Relation entre la nature du grès et les roches anciennes sur lesquelles il repose .... *Ibid.*
Des couches de houille 521
Couches de houille de la partie centrale du bassin 523
Soulèvements qui ont influencé la direction des couches .... *Ibid.*
Des failles .... *Ibid.*
Épaisseur du terrain houiller 524
Bassin de Saint-Étienne .... *Ibid.*
Disposition générale des couches .... *Ibid.*
Position relative des différentes couches de houille du bassin de Saint-Étienne 527
Grande couche ou grande masse 530
Succession des couches dans les environs de Saint-Étienne 531
Probabilité d'une grande couche inférieure 533
Succession des couches dans la partie du bassin située à l'O. de Saint-Étienne 535
Retour de la grande couche inférieure à l'O. de Saint-Étienne .... *Ibid.*
Couches exploitées à Roche-la-Molière et à Firminy 536
Retour de la grande couche inférieure dans la concession de Roche-la-Molière 537
Succession des couches de houille aux environs de Mont-Salson 538
Grande couche inférieure des exploitations de Mont-Salson 542



Pages.

Minerai de fer associé à la houille 543
Bassin de Rive-de-Gier 544
Nature de la houille 548
Qualités différentes de la houille .... *Ibid.*
Bassin houiller de Ternay et de Communay 549
Terrain houiller de Sainte-Foy-l'Argentière 551
Bassin de l'Arbresle 553
Bassin de Sainte-Paule .... *Ibid.*
Terrain houiller de l'Ardèche 554
Bassin houiller d'Alais 556
Roches du terrain houiller 557
Couches de houille 558
Division du terrain houiller d'Alais en deux bassins 559
Groupe de Rochebelle 560
Disposition des couches de houille de Rochebelle 561
Mines de Cendras 564
Identité entre les couches de Rochebelle et de Cendras 565
Couches de houille des environs de Portes 566
Bassin houiller des environs de Saint-Ambroix 572
Bassin houiller des Vans 575
Bassin houiller du Vigan 576
Disposition des couches de houille 577
Terrain houiller des montagnes littorales du département du Var 578
Rapports de position des terrains houillers d'Alais, des Vans et du Vigan, avec ceux du Var .... *Ibid.*
Trois dépôts houillers dans le Var .... *Ibid.*
Dépôt houiller des bords du Reyran et du Biançon .... *Ibid.*
Il est connu depuis longtemps .... *Ibid.*
Il n'a été que faiblement exploité 579
Gisement et composition des couches de ce terrain .... *Ibid.*
Empreintes végétales 580
Nature de la houille qui s'y trouve 581
Les couches houillères s'enfoncent sous le grès bigarré .... *Ibid.*
Bassin du Plan-de-la-Tour .... *Ibid.*
Bassin de Collobrières 582
Bassin de Ronjan (Hérault) .... *Ibid.*
Soulèvement moderne de ce terrain .... *Ibid.*
Des couches de houille 583
Bassin houiller de Saint-Gervais, près Lodève .... *Ibid.*
Disposition de ce terrain .... *Ibid.*

Pages.

Roches principales du terrain houiller de Saint-Gervais 584
Directions diverses des couches de ce bassin 585
Les couches de houille forment deux groupes distincts 586
Allure des couches de houille 587
Mines du Bousquet-d'Orb . . . . . *Ibid.*
Mines de Boussagne 588
Mines du Devois-de-Graissessac . . . . . *Ibid.*
Succession des couches . . . . . *Ibid.*
Mines de Saint-Gervais 589

Terrains houillers déposés sur les pentes des Pyrénées 591
Bassin houiller des environs de Perpignan . . . . . *Ibid.*
Bassin houiller de Ségure 592
Bassin houiller de Durban 593
Mine de houille sur le revers des Pyrénées orientales 594
Bassin houiller de la Catalogne . . . . . *Ibid.*

Bassin houiller de Carmeaux 595
Séparation des couches en deux assises distinctes 596
Des couches de houille 597
Nature du charbon 599

Terrain houiller des environs de Rhodez 600
Étendue et direction du bassin houiller de Rhodez . . . . . *Ibid.*
Disposition des couches à la mine de Bertholène 601

Bassin houiller de Decazeville (Aveyron) 603
Étendue de ce bassin . . . . . *Ibid.*
Disposition générale des couches 604
Postériorité du porphyre . . . . . *Ibid.*
Roche dominante . . . . . *Ibid.*
Des couches de houille 605
Couche de la Grange . . . . . *Ibid.*
Couche de Miramont 607
Minerai de fer . . . . . *Ibid.*
Couche de houille de la Grange 609
Elle présente un pli en forme de selle 610
Mine de Bourran : elle est exploitée sur la couche de la Grange . . . . . *Ibid.*
Mines de Paleyret : elles sont également exploitées sur la couche de la Grange 611
Qualité de la houille 613
Porphyres intercalés dans le terrain houiller 614
Les porphyres de l'Aveyron sont de deux espèces . . . . . *Ibid.*
Porphyre dans le pli de la couche de houille de la Grange 615

Pages.
Porphyre de Livignac 616
Porphyre de Planiolles .... *Ibid.*
Liaison entre les porphyres et la serpentine 617
TERRAIN HOUILLER DES ENVIRONS DE BRIVES 618
Il forme plusieurs îlots le long de la limite du terrain ancien .... *Ibid.*
——— à Brives 619
——— à Donzenac 620
——— à Alassac .... *Ibid.*
——— à Ceirat .... *Ibid.*
Composition de ce terrain 621
Faible richesse en houille 622
TERRAIN HOUILLER DU LARDIN 623
Relation entre ce terrain et celui de Cublac .... *Ibid.*
Nature de la houille 624
TERRAIN HOUILLER D'ARGENTAT .... *Ibid.*
TERRAIN HOUILLER DE LA VALLÉE DU CHER .... *Ibid.*

(B.) BASSINS HOUILLERS PLACÉS SUR LA SURFACE DES MONTAGNES DU CENTRE DE LA FRANCE, SUIVANT UNE LIGNE DROITE ORIENTÉE PARALLÈLEMENT AU SYSTÈME DE SOULÈVEMENT DU RHIN 625
Caractères généraux de ces terrains .... *Ibid.*
TERRAIN HOUILLER DE LEMPRET (CANTAL) 626
TERRAIN HOUILLER DE LA HAUTE DORDOGNE 627
Le terrain houiller forme une bande très-longue et très-étroite 628
——— ressort de dessous les terrains volcaniques .... *Ibid.*
BASSIN HOUILLER DE SAINT-ÉLOY (PUY-DE-DÔME) 629
BASSIN HOUILLER DE LA QUEUNE, DANS L'ALLIER .... *Ibid.*
Disposition générale de ce terrain .... *Ibid.*
Allure des couches de houille 630
Roches qui composent ce terrain 631
Schistes bitumineux .... *Ibid.*
Succession des couches 632
Porphyre dit *roche noire,* intercalé dans le terrain 633
Serpentine associée à la roche noire 634
TERRAIN HOUILLER DE DECISE .... *Ibid.*
Le terrain houiller est recouvert par le grès bigarré 635
Nombre des couches de houille .... *Ibid.*
Succession des différentes couches de ce terrain .... *Ibid.*

(C.) BASSINS HOUILLERS DISTRIBUÉS D'UNE MANIÈRE IRRÉGULIÈRE SUR LE PLATEAU CENTRAL DE LA FRANCE 638

Pages.
Terrain houiller de Commentry. 638
Le terrain houiller forme plusieurs lambeaux distincts 639
Grande couche de Commentry *Ibid.*
Porphyre feldspathique postérieur au terrain houiller 640
Terrain houiller de Doyet *Ibid.*
Terrain houiller de la Barre *Ibid.*
Terrain houiller de l'Aumance 641
Nature de la houille de Commentry *Ibid.*
Terrain houiller d'Ahun 642
Houille dans la vallée de la Creuse *Ibid.*
Terrain houiller de Bourganeuf *Ibid.*
Mine de houille de Lapleac 643
Ce terrain forme une espèce de coin dans le granite *Ibid.*
Nature de la houille 645
Terrain houiller de Langeac (Haute-Loire) *Ibid.*
Succession des couches 646
Terrain houiller de Brassac 647
Disposition du terrain *Ibid.*
Porphyres intercalés dans ce terrain 648
Composition de ce terrain houiller 649
Prolongation probable du terrain houiller sous le terrain tertiaire *Ibid.*
Nature de la houille de Brassac 650
Bassin houiller de Bert et de Montcombroux 651
Nature de la houille 652
Bassin houiller de la Chapelle-sous-Dun 653
Bassin houiller de Saône-et-Loire *Ibid.*
Forme de ce bassin *Ibid.*
Son étendue 654
Sa richesse 655
Nombre et disposition des couches 656
Concession de Saint-Bérain *Ibid.*
Concessions des Fauches et de Long-Pendu 657
Concession de Montchanin *Ibid.*
Concessions de Ragny et des Crépins 658
Concession de Blanzy *Ibid.*
Assise de charbon, composée de trois veines *Ibid.*
Des barres interposées dans la couche de houille 659
Failles de la mine du Montceau 660
Concessions de la Theurée-Maillot, des Badeaux et des Porrots 661
Concession des Petits-Châteaux *Ibid.*



Pages.
Concession du Creusot.......... 661
Direction des couches.......... 662
La houille semble s'enfoncer sous le granite.......... *Ibid.*
Petites couches de houille accompagnant la grande.......... 663
Seconde assise de charbon.......... 664
Concession de Grand-Champ.......... 666
Remarque sur la forme du bassin de Saône-et-Loire.......... *Ibid.*
Nature de la houille.......... 669
TERRAIN HOUILLER AUX ENVIRONS D'AUTUN ET D'ÉPINAC (SAÔNE-ET-LOIRE).......... *Ibid.*
Sa composition générale.......... *Ibid.*
Composition du grès houiller.......... 670
Remarques sur les galets contenus dans les poudingues.......... *Ibid.*
Gneiss, granites, porphyres antérieurs au dépôt houiller.......... *Ibid.*
Certains porphyres lui sont postérieurs.......... 671
Mine d'Épinac.......... *Ibid.*
Coupe du terrain.......... *Ibid.*
Autres concessions.......... 672
Schistes bitumineux dont on retire de l'huile pour l'éclairage.......... 673
Leur superposition au terrain houiller.......... 674
Leur liaison avec ce terrain.......... *Ibid.*
Calcaire intercalé dans les schistes bitumineux.......... *Ibid.*
Accidents que présente leur stratification.......... *Ibid.*
Composition des schistes bitumineux.......... 675
Produits de la distillation des schistes bitumineux.......... 676
Alternance des diverses variétés de schistes.......... *Ibid.*
Schistes avec empreintes de poissons et empreintes végétales.......... *Ibid.*
Schistes susceptibles de brûler.......... *Ibid.*
Coupe montrant la disposition des schistes bitumineux.......... 677
Les schistes bitumineux, et les calcaires qu'ils contiennent, appartiennent au terrain houiller et non au zechstein.......... 678
Végétaux contenus dans les schistes bitumineux.......... 679
Végétaux silicifiés.......... 680
Psarolithes.......... *Ibid.*
Medullosa sternbergia.......... *Ibid.*
Sigillaria elegans.......... 681
Conifères.......... *Ibid.*
TERRAIN HOUILLER DE SINCEY (DÉPARTEMENTS DE LA CÔTE-D'OR ET DE L'YONNE).. 682
Bande houillère des environs de Sincey.......... *Ibid.*
Composition et structure du terrain.......... *Ibid.*
Possibilité de sa prolongation vers l'E.......... *Ibid.*

Pages.

(D.) Dépôts houillers répandus dans les Vosges 683
Disposition générale du terrain houiller dans les Vosges .... Ibid.
Bassin de Ronchamp et de Champagney .... Ibid.
Peu d'épaisseur du terrain houiller de Ronchamp .... Ibid.
Il renferme deux couches de houille 684
Couche inférieure .... Ibid.
Couche supérieure .... Ibid.
Grès houiller .... Ibid.
Argile schisteuse .... Ibid.
Elle est quelquefois rouge 685
Elle passe au schiste alumineux .... Ibid.
Inclinaison des couches .... Ibid.
Accidents qu'elles présentent .... Ibid.
Couches qui recouvrent la couche de houille supérieure 686
Recherches de houille faites en différents points entre les Vosges et le Salbert 687
Terrain houiller de la Charme .... Ibid.
Petits bassins des environs de Villé .... Ibid.
Dépression qui interrompt les masses primitives des Vosges .... Ibid.
De petits dépôts houillers s'y sont formés .... Ibid.
Terrain houiller de Saint-Hippolyte 688
Liaison du grès houiller avec le granite sur lequel il repose .... Ibid.
Observations de Guettard et de Lavoisier .... Ibid.
Le terrain houiller est recouvert par le grès rouge et le grès des Vosges. 690
Autres dépôts houillers dans les environs 691
Dépôt houiller du Hury .... Ibid.
Terrain houiller des environs de Villé 692
Composition du terrain houiller 693
Couches supérieures; argilolithes 694
Couches calcaires .... Ibid.
Lits de rognons calcaires .... Ibid.
Aspect particulier des argilolithes dans les parties supérieures 695
Terrain houiller recouvert par le grès rouge à stratification discordante. 696
Dislocations qui affectent le terrain houiller .... Ibid.
Pauvreté du terrain houiller des environs de Villé .... Ibid.
Exploitations de Lalaye et de Bassemberg .... Ibid.
Terrain houiller de la Hingrie 697
Terrain houiller de Lubine .... Ibid.
(E.) Terrain houiller étendu au pied du Hundsruck .... Ibid.
Bassin de la Sarre; bassin de la Glane .... Ibid.



Pages.

Étendue du terrain houiller le long du pied du Hundsruck 697
Le terrain houiller repose à stratification discordante sur le terrain de transition 698
Il est recouvert par le grès des Vosges .... *Ibid.*
Il est percé et bouleversé par les porphyres et les mélaphyres .... *Ibid.*
La houille n'y est abondante que dans deux parties peu étendues .... *Ibid.*
Bassin de la Glane .... *Ibid.*
Couches calcaires subordonnées 699
Poissons fossiles .... *Ibid.*
Mines de mercure .... *Ibid.*
Bassin de la Sarre .... *Ibid.*
Sa richesse en combustible .... *Ibid.*
Fer carbonaté lithoïde 700
Schiste alumineux .... *Ibid.*
Fire-clay .... *Ibid.*
Grès de couleur rouge, et couches calcaires dans les parties supérieures. *Ibid.*
Les couches supérieures du terrain houiller en font essentiellement partie 701
Les parties riches du bassin de Sarrebruck se prolongent peut-être au-dessous du territoire français .... *Ibid.*
Nécessité d'étudier les allures des couches houillères de Sarrebruck .... *Ibid.*
Leur disposition générale .... *Ibid.*
Dépôts plus modernes qui les couvrent en partie 702
Les couches houillères s'enfoncent sous le grès des Vosges, près du hameau de Schönecken 703
Elles existent au-dessous de ce hameau 704
Extension du grès des Vosges vers Forbach, Creutzwald, Dalheim, etc.. *Ibid.*
Environs de Sierck. — Roches quartzeuses 705
Elles sont la continuation de celles du Hundsruck 706
Le terrain houiller pourrait exister à leur base .... *Ibid.*
Étendue possible du terrain houiller de Sarrebruck au-dessous des terrains secondaires de l'intérieur de la France .... *Ibid.*
Le terrain houiller ne se trouve probablement au-dessous de ces terrains qu'en bassins discontinus .... *Ibid.*
Questions à résoudre relativement à ces bassins 707

(F.) Terrains houillers qui s'appuient sur les montagnes anciennes de l'ouest de la France .... *Ibid.*

Terrain houiller de la Vendée .... *Ibid.*
Relation entre le bassin de Vouvant et celui de Chantonay 708
Terrain houiller de Chantonay .... *Ibid.*

Pages.

Succession des couches du terrain de Chantonay.................. 709
Nature de la houille de Chantonay.............................. 710
Terrain houiller de Vouvant.................................... 711
Nombre des couches de houille.................................. *Ibid.*
Succession des couches dans le bassin de Vouvant............... 712
BASSIN DE SAINT-PIERRE-LA-COUR.................................... 714
Superposition du terrain houiller sur le terrain de transition......... 715
TERRAIN HOUILLER DE QUIMPER....................................... 716
Bassin de Quimper.. *Ibid.*
Succession des couches... 717
Bassin de Kergogne... *Ibid.*
TERRAIN HOUILLER ENTRE COUTANCES ET BAYEUX......................... 718
Mine du Plessis.. *Ibid.*
Terrain houiller de Littry.................................... 719
Composition de ce terrain...................................... *Ibid.*
Nature des roches.. 720
Succession des roches.. 721
Division de la couche de houille en plusieurs lits............. 722
(G.) TERRAINS HOUILLERS DU NORD DE LA FRANCE....................... 723
Marche suivie dans la description des différents bassins houillers...... *Ibid.*
Motif qui l'a déterminée....................................... *Ibid.*
Coup d'œil sur l'état du sol de la France pendant la formation du terrain houiller........ *Ibid.*
Régime sous lequel se sont formés les terrains houillers renfermés dans des bassins circonscrits........ 724
Différences que présentent les terrains houillers du N. de la France... *Ibid.*
Ils se sont formés dans une mer................................ *Ibid.*
Utilité qu'il y aurait à connaître les anciens rivages de cette mer....... 725
Difficultés que présente la solution de ce problème............ *Ibid.*
Objet des articles qui vont suivre............................. *Ibid.*
TERRAIN HOUILLER DES ENVIRONS DE VALENCIENNES...................... 726
La surface des terrains de transition en Belgique est remarquablement unie........ *Ibid.*
Il en est de même dans le département du Nord.................. *Ibid.*
Cette nivellation de terrains bouleversés intérieurement rappelle certaines parties de l'Ukraine........ *Ibid.*
La surface unie des terrains de transition est inclinée vers l'O......... 727
Elle s'enfonce sous des terrains horizontaux d'une formation moderne.. *Ibid.*
Morts-terrains... *Ibid.*
Formations comprises parmi les morts-terrains.................. 728



Pages.
L'épaisseur des morts-terrains augmente à mesure qu'on s'avance vers le S. O. 728
Puits de Pommier-Sainte-Marguerite .... *Ibid.*
Puits de Meulers .... *Ibid.*
Ligne suivant laquelle le terrain jurassique embrasse les terrains anciens 729
On ne la connaît qu'imparfaitement .... *Ibid.*
L'épaisseur des assises des morts-terrains augmente vers le S. O. en même temps que leur nombre s'accroît .... *Ibid.*
La surface des terrains anciens ne s'enfonce pas avec une régularité absolue .... *Ibid.*
Série de couches dont les plateaux du Condros, du Hainaut, etc., présentent les affleurements 730
Terrain anthraxifère .... *Ibid.*
Roches qui le composent .... *Ibid.*
Calcaires .... *Ibid.*
Psammites 731
Schistes .... *Ibid.*
Subdivisions du terrain anthraxifère 732
Fossiles les plus répandus dans chacune d'elles 733
Le calcaire de Visé correspond au *mountain limestone* des Anglais 734
Le poudingue de Burnot fait partie de l'*old red sandstone* .... *Ibid.*
Il est compris, avec le calcaire de Givet et le psammite du Condros, dans le *système devonien* .... *Ibid.*
Sens dans lequel on emploie les expressions de *système devonien*, *système carbonifère*, *terrain anthraxifère* 735
Pourquoi on s'occupe ici du terrain anthraxifère .... *Ibid.*
Bandes formées, dans la province de Namur, par les différents systèmes anthraxifères .... *Ibid.*
Bande méridionale formée par les poudingues de Burnot 736
Elle est coupée par la Meuse entre Fépin et Givet .... *Ibid.*
Bande formée par le calcaire de Givet 737
Situation de Givet .... *Ibid.*
Escarpements de calcaire marbre .... *Ibid.*
Ce calcaire est exploité .... *Ibid.*
Inclinaisons et contournements des couches .... *Ibid.*
Jonction du système calcaire avec le système quartzo-schisteux inférieur 738
Remarques de Monnet à ce sujet .... *Ibid.*
Fossiles trouvés près de la jonction des deux systèmes .... *Ibid.*

Pages.

Système quartzo-schisteux supérieur, au N. de Givet. — *Psammites du Condros* 739
Le calcaire de Givet forme une bande qui s'étend jusqu'à Glageon .... *Ibid.*
Environs de Chimay .... *Ibid.*
Calcaire recouvert par les schistes de Famenne, près de Bailièvre 740
Psammites du Condros dans la forêt de la Fagne 741
Le calcaire se continue de Chimay vers Trélon .... *Ibid.*
Carrières de Trélon .... *Ibid.*
Marbre .... *Ibid.*
Carrières de Glageon ; marbre 742
Environs de Wallers .... *Ibid.*
Schiste de Famenne superposé au calcaire 743
Psammites du Condros développés dans la forêt de la Fagne au N. de Wallers .... *Ibid.*
Position relative des deux systèmes 744
Le système des psammites s'étend à l'O. vers Avesnes .... *Ibid.*
Le calcaire de Givet se relève près de Rance .... *Ibid.*
Carrières de marbre .... *Ibid.*
Marbre rouge 745
Le marbre de Rance est intercalé dans la partie inférieure des psammites du Condros .... *Ibid.*
Le calcaire de Givet reparaît aux environs de Maubeuge 746
Carrière située près de la fabrique d'armes .... *Ibid.*
Carrière située près du haut fourneau de Ferrière-la-Grande .... *Ibid.*
Cette dernière appartient peut-être au calcaire de Visé .... *Ibid.*
Autre bande calcaire qui passe à Boussois-sur-Sambre 747
Bande de psammites du Condros comprise entre les deux bandes calcaires .... *Ibid.*
Seconde bande de psammites du Condros au midi de Ferrière-la-Grande. 748
Autre bande de calcaire de Givet, partant des environs de Bavay .... *Ibid.*
Environs de Saint-Vaast et de Bavay .... *Ibid.*
Carrières de Hon-Hergies .... *Ibid.*
Carrières d'Autreppe 749
Grande bande formée, à partir de Montignies-sur-Roc, par le système du poudingue rouge de Burnot .... *Ibid.*
Le calcaire de Visé se montre en différents points dans la partie S. E. du département du Nord .... *Ibid.*
Comment il se présente entre la Meuse et la frontière française 750
Réapparition des bancs calcaires à l'O. sur le territoire français .... *Ibid.*
Carrières de Ferrière-la-Petite .... *Ibid.*



Pages.
Carrières de Saint-Remi-Mal-Bâti et de Bachant.................. 750
La Grande-Carrière.................. 751
Carrières de Dourlers.................. *Ibid.*
Carrières du camp de César, près d'Avesnes.................. *Ibid.*
Carrières du Baldaquin.................. *Ibid.*
Carrières de Marbaix.................. *Ibid.*
Carrières d'Étrœungt.................. 752
Bande calcaire située au N. de la bande houillère de Mons à Valenciennes... 753
Carrières de Tournai.................. *Ibid.*
Prolongement souterrain du calcaire de Tournai.................. *Ibid.*
Les couches de la bande calcaire septentrionale sont peu inclinées...... 754
Situation de la bande houillère du département du Nord.................. *Ibid.*
Elle ne se montre pas à la surface.................. *Ibid.*
Elle est le prolongement de la grande bande houillère de la Belgique.... *Ibid.*
Richesse de la bande houillère qui s'étend du Rhin à l'Escaut......... 755
Elle se cache sous les morts-terrains en approchant du territoire français.................. *Ibid.*
En s'avançant vers l'O., elle s'enfonce de plus en plus.................. *Ibid.*
Recherches qui l'ont fait découvrir.................. 756
Prospérité croissante des mines qu'on y a ouvertes.................. *Ibid.*
Composition du terrain houiller du département du Nord.................. *Ibid.*
Argile schisteuse (*roc* des mineurs).................. 757
Les argiles schisteuses passent aux grès houillers.................. *Ibid.*
Grès-houiller (*kuerelles* des mineurs).................. *Ibid.*
Ils sont généralement remarquables par la finesse de leur grain........ 758
Ils passent quelquefois au poudingue.................. *Ibid.*
Fer carbonaté lithoïde en rognons et en couches.................. *Ibid.*
Pyrites.................. *Ibid.*
Variétés particulières d'argile schisteuse qu'on trouve en contact avec la houille.................. 759
Distinction entre le *toit* et le *mur* des couches de houille.................. *Ibid.*
Lits argileux intercalés dans les couches de houille.................. *Ibid.*
Régularité de la stratification.................. 760
Couches de houille plus régulières, plus minces et plus nombreuses que dans la plupart des bassins circonscrits.................. *Ibid.*
Richesse du terrain houiller.................. 761
Uniformité de nature et pureté des couches de houille.................. *Ibid.*
Variations qu'éprouve la nature de la houille d'un étage à l'autre du terrain houiller.................. *Ibid.*
Nombre des couches de houille.................. 762

Pages
Empreintes végétales 762
Tiges placées perpendiculairement aux couches du terrain . . . . *Ibid.*
Tige de la fosse dite *Bleuse-Borne* . . . . *Ibid.*
Tige de la fosse de *Saint-Louis* 764
Remarques relatives à l'état de conservation de ces tiges 766
Preuve de l'origine végétale de la houille . . . . *Ibid.*
Preuve de l'horizontalité primitive des couches du terrain houiller . . . . *Ibid.*
Disposition actuelle des couches du terrain houiller . . . . *Ibid.*
Lignes suivant lesquelles le terrain houiller est limité par le terrain anthraxifère . . . . *Ibid.*
On ne voit pas son contact avec la bande méridionale 768
Comment il s'appuie sur la bande septentrionale . . . . *Ibid.*
Accidents remarquables que présente la stratification du terrain houiller . . . . *Ibid.*
Distinction de leurs diverses parties : *droits*, *plats* . . . . *Ibid.*
Crochons . . . . *Ibid.*
Ennoyages . . . . *Ibid.*
Inclinaison des *ennoyages* . . . . *Ibid.*
Rapidité de la courbure des *crochons* 770
Coupes verticale et horizontale des couches exploitées à Anzin . . . . *Ibid.*
Coupe des couches exploitées à Aniche 771
Les couches du terrain houiller sont dirigées en masses comme les deux bandes anthraxifères, et plongent vers le midi 772
Le terrain anthraxifère est plissé suivant la même loi que le terrain houiller. *Ibid.*
Disposition générale de l'ensemble de ces terrains . . . . *Ibid.*
Disposition de la bande houillère d'Anzin 773
Détails sur les couches exploitées à Anzin . . . . *Ibid.*
Couches de Denain . . . . *Ibid.*
Couches de Douchy, Abscon et Aniche 774
Exploitation de la lisière N. du terrain houiller. — Houille sèche . . . . . . *Ibid.*
Couches reconnues au-dessous des forêts de Raisme et de Vicogne . . . . . . *Ibid.*
Brouillages et accidents locaux que présentent les couches 775
Accident de stratification (*faille au pli?*) qui limite, au S., le terrain houiller d'Anzin . . . . *Ibid.*
Le tracé des plis n'a pu encore être exécuté dans l'angle S. E. du département du Nord . . . . *Ibid.*
Le même genre de plissement s'observe dans toute la bande houillère de la Belgique 776
Les terrains anthraxifères sont plissés suivant la même loi . . . . *Ibid.*
Les plis du terrain anthraxifère semblent, tous, avoir dû contenir du terrain houiller . . . . *Ibid.*



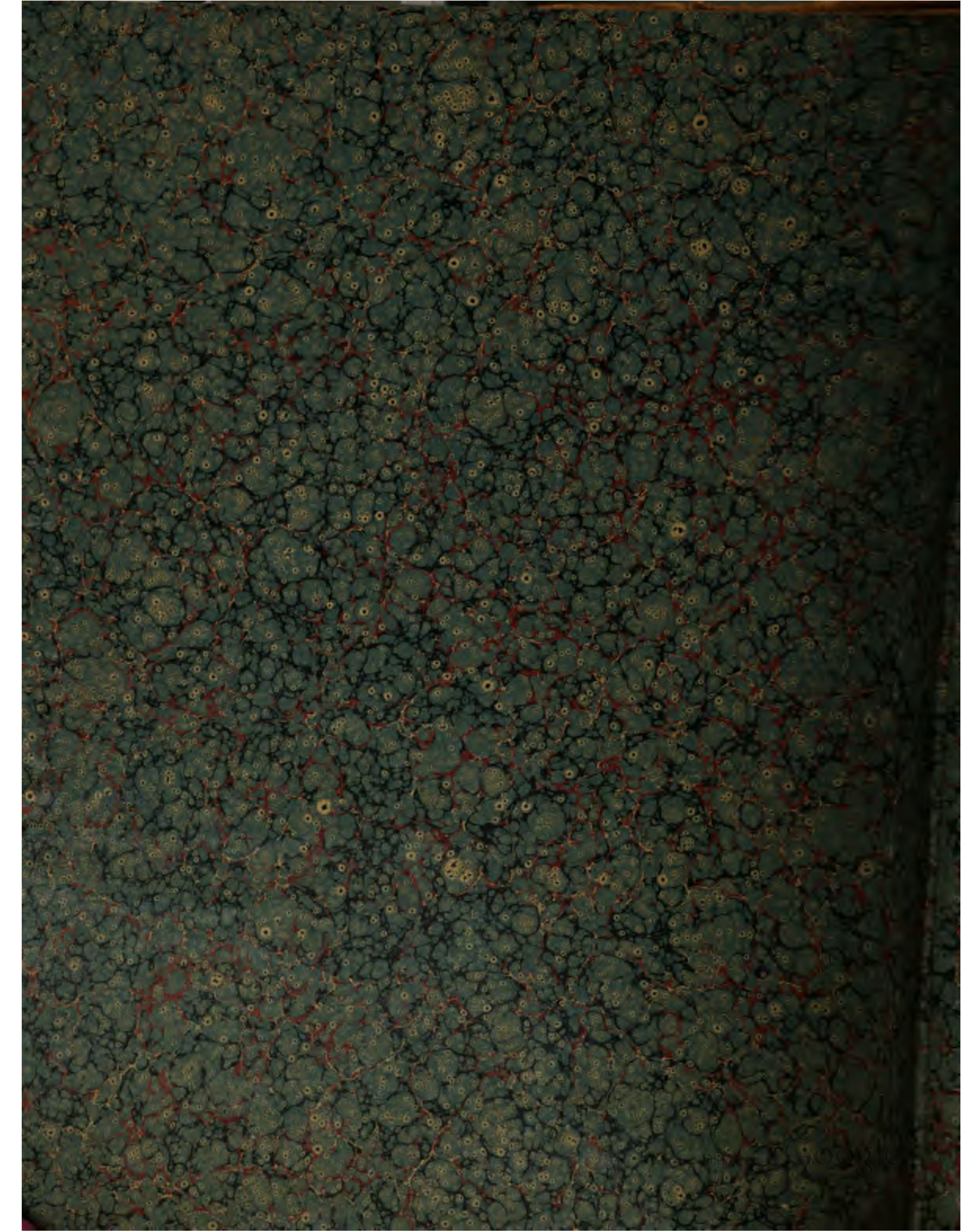
Pages.

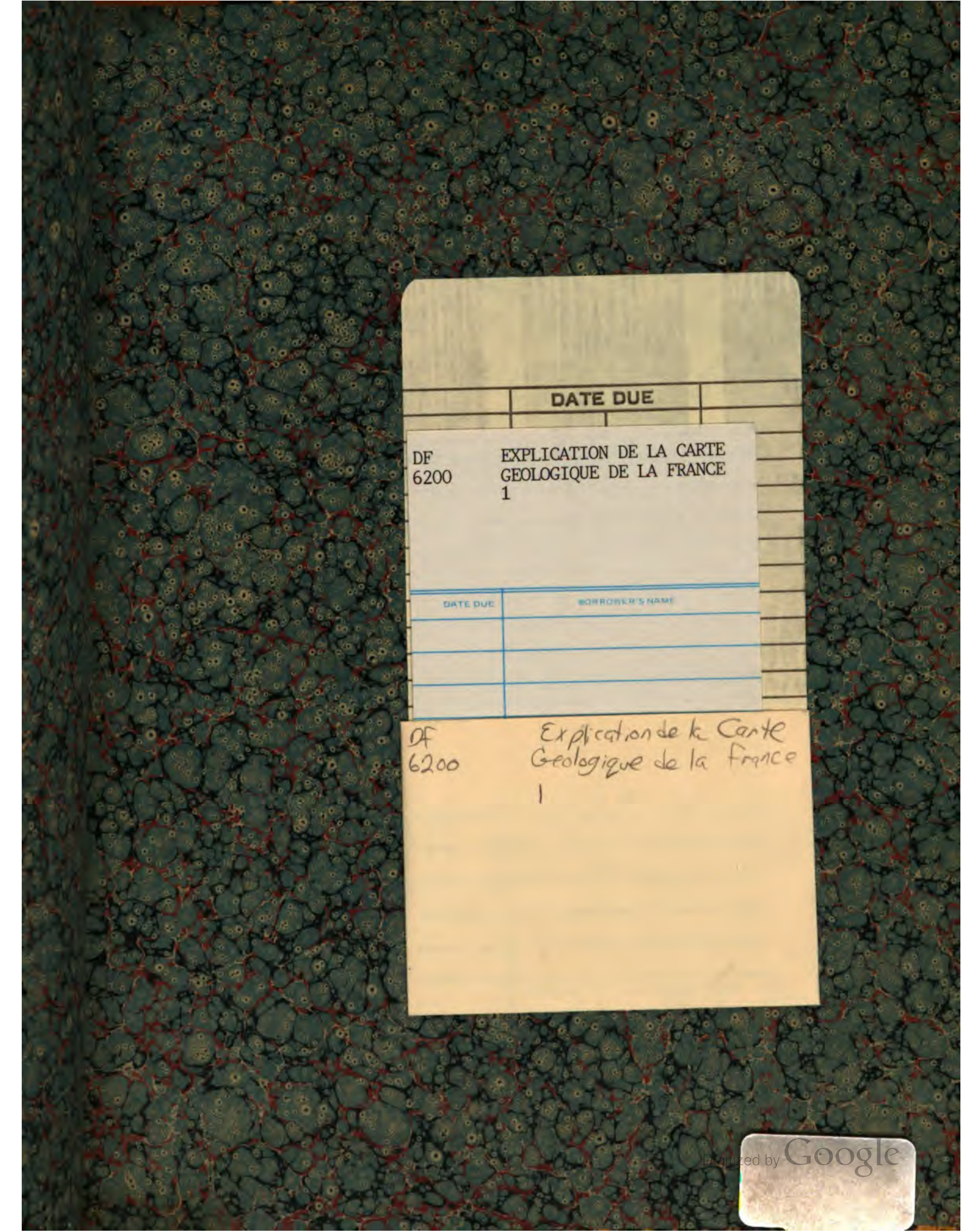
Ils paraissent avoir été également tronqués par des agents extérieurs... 777
Nivellation produite par cette troncature........................ *Ibid.*
Le reploiement paraît dû à une force qui a agi horizontalement....... *Ibid.*
Remarque sur la manière dont les plis se dessinent sur un plan horizontal.. *Ibid.*
TERRAIN HOUILLER DU BAS BOULONNAIS................................ *Ibid.*
Relèvement des terrains anciens suivant une ligne tirée de l'extrémité orientale de l'Ardenne au Pas-de-Calais....................... *Ibid.*
Terrains anthraxifères découverts par des puits au Tilloy et à Monchy-le-Preux.. *Ibid.*
Relèvement des terrains anthraxifères à Pernes.................. 779
Autres saillies analogues formant une chaîne presque continue....... *Ibid.*
Affleurement des terrains anciens dans le bas Boulonnais............ 781
Axe qu'on suppose formé par les assises supérieures du système silurien.. *Ibid.*
Système des poudingues rouges de Burnot........................ *Ibid.*
Calcaire de Fiennes, analogue à celui de Givet..................... 782
Psammites de Fiennes, analogues à ceux du Condros............... *Ibid.*
Calcaire de la Vallée-Heureuse, analogue à celui de Visé............ *Ibid.*
Dépôt houiller... 783
Calcaire Napoléon, supérieur aux assises houillères................ *Ibid.*
Ce système paraît analogue à celui du N. de l'Angleterre............ *Ibid.*
Disposition irrégulière des assises houillères,..................... 784
Régularité que présente la disposition des terrains anciens situés plus au N... 785
Ride des terrains anciens dont l'affleurement du bas Boulonnais fait partie.. *Ibid.*
Remarque générale sur la disposition des terrains anthraxifères et houillers dans le N. de la France.............................. 786
Questions importantes à étudier................................ *Ibid.*

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.


2°
Primitif du Land's End
Malines
Louvain
BRUXELLES
Rethel
Vouziers
Reims
Suippe
Ste Menehould
CHALONS
Dommartin
Vertus
Fère Champenoise
Cent mille Mètres
2°

4 vol. att




DATE DUE
DF
6200
EXPLICATION DE LA CARTE
GEOLOGIQUE DE LA FRANCE
1
DATE DUE
BORROWER'S NAME
DF
6200
Explication de la Carte
Geologique de la France
1
Digitized by Google

